



TITRE DU PROJET

Faisabilité du semis de cultures intercalaires d'engrais verts dans le maïs sucré avec 3 modèles de semoir.

NUMÉRO DU PROJET

DURÉE DU PROJET: JUILLET 2017 À MARS 2018

RAPPORT FINAL

Réalisé par : Andrée-Anne Rochon, agr Denis Giroux, agr

> DATE 24 janvier 2018

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

TITRE DU PROJET:

Faisabilité du semis de cultures intercalaires d'engrais verts dans le maïs sucré avec 3 modèles de semoir.

NUMÉRO DU PROJET:

RÉSUMÉ DU PROJET (Maximum 20 lignes)

Les engrais verts sont connus pour leurs nombreux bienfaits qu'ils peuvent apporter au sol tels que le protéger contre l'érosion éolienne et hydrique. De plus, ils limitent la perte d'éléments nutritifs, augmentent la fertilité du sol, font compétition aux mauvaises herbes et peuvent être une source d'azote. Toutefois, introduire des engrais verts dans une rotation de culture n'est pas nécessairement rentable à court terme pour les producteurs maraîchers qui sont souvent limités en superficies de terres propices à la production maraichère. Semer des engrais verts en intercalaire avec des cultures principales pourrait donc être une pratique plus intéressante pour les producteurs.

Le projet, réalisé au cours de la saison 2017, vise à évaluer la faisabilité du semis de trois engrais verts (le trèfle incarnat, la vesce velue et le ray-grass) avec trois types de semoirs en intercalaire dans le maïs sucré. Au site #1, les semoirs qui devaient être utilisés étaient le semoir APV ES100 qui sème à la volée et le semoir APV PS120 pneumatique avec tuyaux. Étant donné des problèmes de disponibilité et de contraintes de transport, seul le semoir APV ES100 a pu être utilisé. Pour le site #2, les engrais verts ont été semés avec les semoirs APV ES100 et l'épandeur JR-Jules Roberge qui possède un entrainement mécanique et deux tuyaux de PVC. Cependant, le trèfle incarnat n'a pu être semé avec l'épandeur JR-Jules Roberge, puisque les semences étaient trop petites et qu'elles s'écoulaient par les différents points de jonction des pièces de l'épandeur. La faisabilité sera évaluée selon différents paramètres : la qualité de la levée, la croissance en saison, l'effet des herbicides sur les plants d'engrais verts, la facilité des opérations de récolte, la biomasse fraîche aérienne, le pourcentage de recouvrement des entre-rangs par les engrais verts, le développement racinaire, la profondeur d'enracinement, la masse volumique apparente en début et en fin de saison, et finalement, l'apport en azote des engrais verts pour la saison suivante.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE (Maximum 20 lignes)

Les objectifs du projet sont d'évaluer la faisabilité pour des producteurs maraîchers de semer avec différents semoirs des engrais verts en intercalaire dans le maïs sucré et de favoriser l'adoption de cette pratique. Les semis ont été réalisés le 8 et 9 juillet et le maïs était au stade 6-7 feuilles.

Le semoir JR-Jules Roberge est vendu comme applicateur à engrais. Certaines modifications ont donc été nécessaires avant de pouvoir l'utiliser pour semer les engrais verts (Annexe 2). Cet applicateur dépose l'engrais ou la semence de chaque côté des rangs par des tuyaux qui le dirigent. Pour le semoir APV ES100, aucune modification n'a été nécessaire, étant déjà vendu comme semoir pour les engrais verts. Cet appareil sème à la volée sur la pleine largeur d'épandage et non en bande de chaque côté des rangs. La description du mode de fonctionnement de chaque semoir est indiquée à l'annexe 1. Afin de pouvoir semer les engrais verts à une dose voulue, la calibration de chaque semoir pour chaque type de semence a dû être faite, aussi indiquée à l'annexe 1.

L'essai des semoirs a d'abord été fait dans la cour des producteurs, en collaboration avec eux, afin de bien maîtriser leurs fonctionnements et d'effectuer la calibration pour chaque semence. Le semis a été fait sur une superficie d'environ 0,2 ha pour chaque semence et semoir. Le lien suivant réfère à un vidéo résumé des deux semoirs utilisés pour le projet : vidéo . La mesure de la masse volumique apparente (MVA) a été faite avant le semis dans chaque parcelle et représente le poids sec d'un volume de sol prélevé d'un cylindre de 196 cm³ enfoncé dans la zone racinaire; il fournit un indicateur de porosité. La qualité de la levée, la phytotoxicité des herbicides et la croissance des engrais verts ont été évaluées visuellement dans les semaines suivant le semis. La mesure de la biomasse aérienne des engrais verts, le recouvrement au sol et l'estimation de l'azote résiduel restant pour l'année suivante ont été faits à la fin de la saison de croissance en octobre.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS (Maximum de 3 pages)

Les engrais verts ont été évalués selon plusieurs paramètres afin de valider leur faisabilité pour les producteurs maraîchers. Les résultats obtenus à chacun des sites sont très différents malgré que les semis aient été faits à une journée d'intervalle. Au site #1, les semences des 3 engrais verts ont germé sur le sol mais ont eu une faible implantation tandis qu'au site #2, les semences ont germé et ont eu une croissance soutenue par la suite.

Les résultats du site #1 sont présentés au tableau 1. La qualité de la levée ainsi que la croissance des plants étaient faibles pour tous les types d'engrais verts. Pour le trèfle incarnat, le taux de couverture des entre-rangs était variable d'un entre-rang à l'autre, mais de façon générale, était faible, soit d'environ 10-20%. Pour la vesce, le taux de couverture était aussi d'environ 10-20% et pour le ray-grass de 5-10%. Malgré ces faibles taux de couverture, la présence de mauvaises herbes n'était pas très élevée, résultat d'une bonne efficacité des herbicides de pré-levée (voir annexe 3 pour les photos). La biomasse aérienne n'a pas été mesurée étant donné les résultats peu concluants. Aucun symptôme de phytotoxicité causée par les herbicides n'a été observé sur les plants des engrais verts. La présence d'engrais verts n'a pas nui lors des opérations de récolte du maïs sucré. La masse volumique apparente a été mesurée en début et fin de saison. Elle a augmenté pour le trèfle et le ray-grass et a diminué pour la vesce. Toutefois, les engrais verts n'ont peut-être pas eu de réels impacts sur la masse volumique apparente étant donné leur faible implantation.

Tableau 1 : Évaluation des différents paramètres au site #1 pour chaque engrais vert semé avec le semoir APV ES100

Paramètres -	Types d'engrais verts				
Faidilleties	Trèfle incarnat	Vesce velue	Ray-grass annuel		
La qualité de la levée	Faible	Faible	Faible		
La croissance en saison	Hauteur : 30 cm	Hauteur : 40 cm	Hauteur : 10-20 cm		
L'effet des herbicides	Aucune phytotoxicité	Aucune phytotoxicité	Aucune phytotoxicité		
La facilité des opérations de	Aucun	Aucun	Aucun		
récolte pour les producteurs	changement	changement	changement		
L'évaluation globale des engrais verts en fin de saison	Faible	Faible	Faible		
La biomasse aérienne fraîche sur 1 m ²					

Le pourcentage de couverture des engrais verts en fin de saison	Recouvrement de 10- 20%	Recouvrement de 10-20%	Recouvrement de 5-10%
Le développement racinaire et profondeur d'enracinement	5-10 cm plus faible densité	5-10 cm densité moyenne	5-10 cm plus grande densité
La masse volumique apparente (MVA) du sol en début et fin de saison	Juillet : 1,05 Octobre : 1,36	Juillet : 1,29 Octobre : 1,23	Juillet : 1,31 Octobre : 1,37
Évaluation de l'azote des engrais verts pour la saison suivante			
Le taux de semis kg/ha	12,5 kg/ha	30 kg/ha	30 kg/ha
Le coût par hectare	62\$/ha	190\$/ha	74\$/ha

Le tableau 2 présente les résultats obtenus pour les engrais verts du site #2. Les 3 types d'engrais verts ont eu une bonne levée ainsi qu'une bonne croissance en saison pour les 2 modèles de semoir. Aucune phytotoxicité n'a été observé et la présence d'engrais verts n'a pas été une contrainte lors des opérations de récolte du maïs sucré. Lorsque semés avec le semoir APV ES100, le trèfle et la vesce ont eu un pourcentage élevé de couverture des entre-rangs qui est respectivement de 90% et 100%. Le ray-grass a obtenu le plus faible taux de recouvrement, soit de 75%. La biomasse la plus élevée pour les espèces semées avec le semoir APV ES100 est celle du trèfle incarnat. La vesce et le ray-grass ont obtenu des biomasses semblables. Avec le semoir JR-Jules Roberge, la vesce et le ray-grass ont obtenu un pourcentage de couverture de 75% et 35%. Ce semoir n'a pas été utilisé pour semer le trèfle, c'est pourquoi on ne retrouve pas de pourcentage de couverture au tableau 2. Les engrais verts semés avec le semoir JR ont donc des taux de couverture plus faibles que ceux semés avec le semoir APV ES100. Malgré l'ajout de plaques métalliques pour disperser la semence sur le semoir JR-jules Roberge, les semences ont été déposées davantage en bande qu'avec le semoir APV ES100. La présence de mauvaises herbes était plus élevée dans les entre-rangs où il y avait du ray-grass. Cela semble normal puisqu'en ayant un taux de couverture plus faible que la vesce et le trèfle, le ray-grass fait moins compétition aux mauvaises herbes. L'impact réel des engrais verts sur la masse volumique apparente (MVA) semble difficile à démontrer avec ce projet, un seul échantillon par type d'engrais vert ayant été fait dans un sol comportant une grande proportion de particule grossière. En effet, pour le trèfle et le ray-grass, la MVA a diminué alors que pour la vesce, elle a augmenté.

Tableau 2 : Évaluation des différents paramètres au site #2 pour chaque engrais vert semé avec les semoirs APV ES100 et JR-Jules Roberge

	Types d'engrais verts				
Paramètres	Trèfle incarnat	Vesce velue	Ray-grass annuel		
La qualité de la levée	Bonne levée	Bonne levée	Bonne levée		
La croissance en saison	Hauteur : 50-60 cm	Hauteur : 1m	Hauteur : 25-30 cm		
L'effet des herbicides	Aucune phytotoxicité	Aucune phytotoxicité	Aucune phytotoxicité		

La facilité des opérations de récolte pour les producteurs		Aucun changement	Aucun changement	Aucun changement	
L'évaluation globale des engrais verts en fin de saison		Bonne	Bonne	Bonne	
La biomasse aérienne	Semoir APV ES100	1333 g	873 g	857 g	
fraîche sur 1 m²	Épandeur JR- Jules Roberge*	N/A*	603 g	340 g	
Le pourcentage de couverture	Semoir APV ES100	Recouvrement Recouvrement d'environ 90% de 100%		Recouvrement de 75%	
des engrais verts en fin de saison	Épandeur JR-Jules Roberge*	N/A*	Recouvrement de 75%	Recouvrement de 30%	
Le développement racinaire et profondeur d'enracinement		10 cm en profondeur plus faible densité	10-15 cm en profondeur densité moyenne	10 cm en profondeur plus grande densité	
La masse volumique apparente (MVA) du sol en fin de saison		Juillet : 1,28 Octobre : 1,17	Juillet : 1,27 Octobre : 1,23	Juillet : 1,18 Octobre : 1,31	
Évaluation de l' engrais verts po suivante (Annex Et valeur \$ en é minéral (Annex	our la saison xe 5) quivalent N	48-85 kg N/ha 130-230\$/ha	30-55 kg N/ha 80-150\$/ha	25 kg/ha 67\$/ha	
Le taux de semis kg/ha	Semoir APV ES100 Épandeur JR-	12,5 kg/ha	29 kg/ha	35 kg/ha	
Le coût des ser	Jules Roberge	N/A*	30 kg/ha	30 kg/ha	
hectare (Annex	•	62\$/ha	184-190\$/ha	74-86\$/ha	

^{*}Les semences de trèfle incarnat étaient trop petites pour être semées avec l'épandeur JR-Jules Roberge.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE (Maximum de ½ page)

Ce projet démontre la faisabilité du semis de différents engrais verts avec des équipements simples, peu dispendieux et pouvant servir à d'autres usages (semis d'engrais verts dans des cultures sur paillis de plastique, semis d'engrais verts pleine largeur (APV), application d'engrais (JR), etc.). Les semoirs nécessitent certains ajustements avant de pouvoir les utiliser. L'applicateur à engrais JR a nécessité plusieurs modifications afin qu'il puisse être utilisé comme semoir à engrais verts. Malgré, les modifications, il n'a pu semer le trèfle incarnat étant donné la trop petite taille des semences. Il ne convient donc pas à tous les types de semences. Pour chaque semoir, la calibration doit être faite pour chaque espèce. Le semoir APV ES100 peut s'installer facilement sur un tracteur ou un véhicule tout terrain. Le semis demande peu de temps au producteur; une fois la calibration faite, il peut se faire à des vitesses de 4 à 6 km/h en maintenant une bonne précision du semis. Le coût des semences est relativement peu élevé : 62\$/ha pour le trèfle, 184-190\$/ha pour la vesce et

74-86\$/ha pour le ray-grass aux taux de semis utilisés dans le projet (Annexe 6). Les mesures de biomasses aériennes faites en fin de saison nous permettent d'estimer que les apports d'azote des légumineuses pour la saison suivante peuvent combler le coût des semences en permettant de réduire l'utilisation d'engrais minéraux azotés. La valeur monétaire de la contribution en azote des engrais verts pour la saison suivante a été calculé en fonction du coût de l'engrais 27-0-0 (Annexe 7). Pour le trèfle, l'équivalent minéral est de 130-230\$ /ha pour un apport de 48-85 kg N/ha. Pour la vesce velue, le prix de l'équivalent minéral est de 80-150\$/ha pour un apport de 30-55 kg N/ha. Finalement, pour le ray-grass, un apport de 25 kg N/ha représente un équivalent minéral de 67\$ par hectare. L'effet bénéfique du maintien de racines vivantes jusqu'en fin de saison n'est pas quantifié mais, il contribue à la santé globale du sol et au rendement des cultures. Comme l'a démontré le projet, le taux de germination des engrais verts peut varier d'un site à l'autre. Cette différence peut dépendre de plusieurs facteurs dont probablement l'irrigation dans les jours suivant le semis. Aussi, le fait que les semences n'aient pas été enfouies au moment du semis augmente les risques d'une mauvaise levée par opposition à un semis qui serait enfoui. La décision de ne pas enfouir les semences a été prise afin de limiter les opérations au champ puisque cette opération aurait nécessité un passage de machinerie supplémentaire. Aussi, les résultats obtenus dans le maïs de grande culture, principalement avec le ray-grass, semblent confirmer que les semences peuvent être laissées en surface. Cependant, l'enfouissement des semences pourrait être fait avec le semoir JR-Jules Roberge au moment du semis, sans nécessiter de passage supplémentaire en ajoutant des dents de sarcleur ou de peigne derrière le tracteur puisque le semis est fait sur 2 entre-rangs sous le tracteur. Lors des opérations de récolte, les engrais verts n'ont posé aucun problème au site #2. Les herbicides n'ont pas nui à la levée ni à la croissance des engrais et aucune phytotoxicité n'a été observée. Les engrais verts ont eu une croissance soutenue jusqu'en fin de saison. Leur croissance s'est faite sur une période de près de 4 mois soit jusqu'à la fin octobre. Le premier gel significatif a eu lieu le 12 octobre mais n'a pas nui aux 3 engrais verts présents.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Denis Giroux, agr. Club agroenvironnemental en horticulture, 418-575-0726 Andrée-Anne Rochon, agr. Club agroenvironnemental en horticulture, 418-953-7438

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à la contribution financière du MAPAQ par le programme Prime-Vert sous-volet 3,1-approche régionale et à la collaboration des 2 producteurs impliqués dans le projet.

ANNEXE 1 - FONCTIONNEMENT ET CALIBRATION DES SEMOIRS JR ET APV ES100

Semoir JR : mode de fonctionnement : un cylindre cannelé rotatif sous la boîte d'engrais

entraîne les semences par gravité vers un diffuseur d'où elles sont dirigées vers les côtés des rangs. La rotation du cylindre est actionnée par un moteur électrique. La vitesse de rotation du cylindre varie avec la vitesse d'avancement et s'ajuste à partir du moniteur de contrôle qui intègre l'information de positionnement d'un capteur GPS fixé sur le tracteur.



Pour effectuer la calibration, 2 paramètres sont à déterminer : 1) le poids des semences et 2) la largeur d'épandage des 2 tuyaux qui correspond à l'espacement de 2 entre-rangs (1 tuyau par entrerang). Le poids des semences (1) est déterminé en sélectionnant « calibration » dans le menu du

Moteur électrique Cylindre cannelé Tuyaux

moniteur qui actionne le cylindre pendant « X » tours ce qui entraîne une quantité de semences: le poids de ces

qui entraîne une quantité de semences; le poids de ces semences est enregistré dans le moniteur. Pour terminer la calibration, il faut enregistrer dans le moniteur l'espacement de 2 entre-rangs puisqu'il y a 2 tuyaux pour 2 entre-rangs. L'applicateur est prêt à l'utilisation à partir de cette étape; il suffit d'enregistrer une dose d'engrais ou de semis voulue dans le moniteur et de commencer l'application. Pour l'utiliser comme semoir, il faut que les semences soient dirigées vers le milieu des rangs et diffusées sur une bande assez large pour s'assurer du recouvrement le plus large possible du sol par les engrais verts.

Semoir APV ES100:



Mode de fonctionnement : Une fois les semences déposées dans la cuve, la trappe d'ouverture sous la cuve s'ouvre automatiquement lorsque le moniteur est en position « on » qui permet l'écoulement des semences par gravité sur le disque rotatif. Le disque rotatif sous la cuve est aussi mis en action lorsque le moniteur est en position « on » afin de faire le semis à la volée. La vitesse de rotation du disque est ajustée lors de la calibration en fonction de la

largeur d'épandage voulue, et varie de 300 à 1200 RPM. La vitesse d'avancement doit être constante au moment du semis puisque le débit des semences est fixé au moment de la calibration.

Pour effectuer la calibration, 4 paramètres sont à déterminer : 1) l'ouverture de la trappe, 2) le poids de semence, 3) la vitesse de rotation du disque d'épandage et 4) la vitesse d'avancement. L'ouverture de la trappe (1), graduée de 1 à 10, permet l'écoulement des semences par gravité de façon plus ou moins prononcée selon l'ouverture de la trappe. Différentes ouvertures de la trappe devraient être essayées. Le poids des semences (2) est déterminé en sélectionnant « calibration » dans le menu du moniteur qui actionne l'ouverture de la trappe et la rotation du disque d'épandage pendant un temps « X »; les semences sont

recueillies à ce moment et pesées. La vitesse de rotation (3) du disque d'épandage est déterminée à partir du moniteur; la largeur d'épandage augmente avec la vitesse de rotation du disque d'épandage. En restant en position stationnaire, on fait tourner le disque d'épandage à une vitesse « X » et on observe la largeur d'épandage des semences au sol. Différentes vitesses peuvent être essayées pour déterminer la meilleure uniformité d'épandage. Il est nécessaire de prendre en considération le vent puisque les semences sont semées à la volée. La largeur d'épandage est déterminée en mesurant la largeur de la bande de semences qui est tombée sur le sol. Avec les données de poids de semence (2) et de largeur d'épandage (3) pour une ouverture « X » de la trappe, on calcule la vitesse d'avancement pour une dose de semis voulue.

Formule pour déterminer la vitesse d'avancement du tracteur

v : vitesse d'avancement du tracteur (km/h)

poids : poids des semences lors de la calibration (grammes)

dose : dose de semis souhaitée: kg/ha largeur : largeur d'épandage en m

$$v = \frac{6}{10} \times \frac{poids}{dose \times largeur}$$

ANNEXE 2 - MODIFICATIONS FAITES SUR L'ÉPANDEUR JR (JULES ROBERGE)

Les modifications suivantes ont été nécessaires : 1) deux tuyaux de pvc ont été installés sur le semoir afin que chaque tuyau dirige les semences vers un entre-rang; 2) au bout de chacun des tuyaux, une plaque métallique a été installée pour diffuser ou « éclater » les semences plutôt que de les laisser tomber directement sur une étroite bande au sol; 3) un carton de protection sur le cylindre du semoir a dû être ajouté afin que les semences ne tombent pas à côté des tuyaux de pvc; 4) du ruban adhésif de type «Duck Tape» a été mis à la jonction de la boîte et du cylindre pour éviter que les semences tombent en dehors du cylindre.



ANNEXE 3 – LES ENGRAIS VERTS AU SITE #1 (11 OCTOBRE 2017)



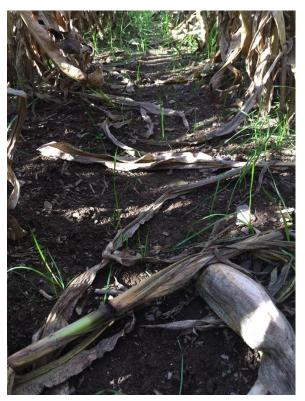
Trèfle incarnat : un entre-rang avec un très faible pourcentage de couverture



Trèfle incarnat : un entre-rang avec faible pourcentage de couverture



Vesce velue



Ray-grass

ANNEXE 4: LES ENGRAIS VERTS AU SITE #2 (11 OCTOBRE 2017)







ANNEXE 5 - CALCUL DE L'APPORT EN AZOTE DES ENGRAIS VERTS

Deux méthodes ont été utilisées afin d'estimer l'apport en azote pour chacun des engrais verts, pris dans le document : Contribution en azote en provenance des engrais verts de légumineuses.

La première méthode tient compte de ces différentes fractions pour calculer l'apport en azote. La fraction de plus de 1,8% d'azote serait disponible très rapidement et ce, dès que les engrais verts sont enfouis. La fraction entre 0,9 et 1,8% serait disponible au cours de la saison de l'enfouissement. Finalement, la fraction 0,9% et moins, serait disponible beaucoup plus tard, soit au cours des prochaines années et n'est donc pas incluse dans le calcul d'apport d'azote.

Pour les besoins du calcul, les pourcentages de matière sèche et d'azote des engrais verts ont dû être estimés puisqu'aucune analyse de ces paramètres n'a été faite. Nous avons considéré un contenu de 20% de matière sèche pour le trèfle et la vesce au stade floraison et 25% pour le ray-grass (Laliberté, 2014).

L'apport en azote des engrais verts de légumineuses (trèfle incarnat et vesce velue) a été calculé avec un contenu de 3% et 4% d'azote, ce qui représente des valeurs près de celles retrouvées dans plusieurs références. Toutefois, puisque les semis ont été faits au mois de juillet, que les engrais verts étaient au stade floraison au moment de la récolte en octobre et étaient donc peu lignifiés, l'apport réel se situerait probablement plus près de 4% que de 3%.

Voici un exemple de calcul pour le trèfle incarnat à 3% d'azote :

$$(3\% N - 0.9\% N) \times 1333 g M.F./m^2 \times 20\% M.S. = 5.66 g N/m^2$$

$$\frac{5,66g \, N}{m^2} \times \frac{10000 \, m^2/ha}{1000g/kg} = 56 \, kg \, N/ha$$

Apport en azote du trèfle incarnat

Pour 3% d'azote : 56 kg N/haPour 4% d'azote : 82 kg N/ha

Apport en azote de la vesce velue

Pour 3% d'azote : 36 kg N/haPour 4% d'azote : 54 kg N/ha

Calcul de l'apport en azote du ray-grass

Selon Laliberté 2014, le ray-grass a une teneur d'environ 25% de matière sèche. De plus, 3 tonnes métriques de matière sèche par hectare donne environ 35 unités d'azote par hectare. Dans le cadre du projet, nous avons obtenu une biomasse de 0,857 tonne métrique, ce qui donne 10 unités d'azote par hectare.

$$857g \times 25\% M.S. = 214 g M.S./m^2$$

$$\frac{214 \ g \ M.S.}{m^2} \times \frac{10000 \ m^2/ha}{1000 \ g/kg} = 2140 \ kg \ M.S./ha$$

$$2140 \ kg \ M.S./ha \times \frac{35 \ kgN}{3000 \ kg \ M.S.} = 25 \ kg \ N/ha$$

La deuxième méthode permet de calculer l'apport en azote des engrais verts de légumineuses (trèfle incarnat et vesce velue) à l'aide du tableau suivant. Le % d'azote disponible est déterminé selon le % d'azote dans les engrais verts. Comme mentionné précédemment, les % d'azote considérés dans les calculs sont 3 et 4%, ce qui correspond à 60 et 80% d'azote disponible dans le tableau ci-dessous.

Estimation de la disponibilité de l'azote d'un engrais vert en fonction de sa teneur en azote

% d'azote dans les engrais verts	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
% d'azote disponible	20	30	40	50	60	70	80	90

Source : Jobin, P et Y. Douville, 1996. Pris dans le document : Contribution en azote en provenance des engrais verts de légumineuses.

Voici un exemple de calcul pour le trèfle incarnat à 3% d'azote, donc 60% d'azote disponible :

$$3\% N \times 1333 g M.F./m^2 \times 20\% M.S. = 8 g N/m^2$$

$$\frac{8 g N}{m^2} \times \frac{10000 m^2/ha}{1000 g/kg} = 80 kg N/ha$$

 $80 kg N/ha \times 60\% N dispo = 48 kg N/ha$

Apport en azote du trèfle incarnat

Pour 3% d'azote : 48 kg N/haPour 4% d'azote : 85 kg N/ha

Apport en azote de la vesce velue

Pour 3% d'azote : 30 kg N/haPour 4% d'azote : 56 kg N/ha

ANNEXE 6 - CALCUL DES COÛTS DES SEMENCES

Trèfle incarnat

Les semences coûtent 113\$ pour 22,7 kg, alors il en coute 62\$ pour 12,5 kg/ha.

Vesce velue

Les semences coûtent 159\$ pour 25 kg. Pour une dose de 29 kg/ha, le prix est de 184\$ et pour 30 kg/ha il est de 191\$.

Ray-grass

Les semences se vendent 56\$ pour 22,7 kg. Le prix est de 74\$ pour 30 kg/ha et de 86\$ pour 35 kg/ha.

ANNEXE 7 - ÉQUIVALENT MINÉRAL EN AZOTE FOURNIT PAR LES ENGRAIS VERTS

L'apport en azote des engrais verts contribue à diminuer les besoins en engrais minéraux. Pour estimer l'équivalent en valeur de N minéral fourni par les engrais verts, le prix du 27,5-0-0 a été utilisé comme référence. Un prix approximatif de 700\$/tonne de 27,5-0-0 a été utilisé, ce qui revient à 2,70\$/kg de N.

Trèfle incarnat

L'apport de 48 kg de N/ha contribue ainsi pour 130\$/ha de N et l'apport de 85 kg de N/ha contribue pour 230\$/ha de N.

Vesce velue

L'apport de 30 kg de N/ha contribue ainsi pour 80\$/ha de N et l'apport de 55 kg de N/ha contribue pour 150\$/ha de N.

Ray-grass

L'apport de 25 kg de N/ha contribue ainsi pour 67\$/ha de N.

ANNEXE 8 - FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS

APV, fabricant: APV France

APV, distributeur: Wendel Mathis

Autre semoir du même mode de fonctionnement que APV : Delimbe, fabricant : Delimbe

Delimbe distributeur: ADJM

Le moniteur et le GPS utilisé sur le semoir Jules Roberge sont aussi fournis par Delimbe

Semoir Jules Roberge, distributeur : <u>Dubois Agrinovation</u>

RÉFÉRENCES

Duval, J., Weill, A. et N'Dayegamiye, A. Contribution en azote en provenance des engrais verts de légumineuses. Adresse URL :

https://www.cetab.org/system/files/publications/contribution_en_azote_en_provenance_des_engrais_verts_de_legumineuses_2.pdf , 7 pages.

Jobin, P. et Y. Douville, 1996. Engrais verts et cultures intercalaires, Centre de développement d'Agrobiologie, Ste-Élizabeth-de-Warwick. 22 pages.

Laliberté, G. 2014. Implantation du ray-grass en culture intercalaire dans le maïs grain et ensilage. Organisme de bassins versants de la zone du Chêne (OBV du Chêne). Adresse URL :

https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/ChaudiereAppalaches/Agroenvironnement/Ray-grass intercalaire mais grain ensilage.pdf, 37pages.

Martin, S. et al. Culture de couverture, les pratiques agricoles de conservation, Habiter le sol par les racines. Action Semis Direct. 16 pages.

Petit, J. et P. Jobin, 2005. La fertilisation organique des cultures, La Fédération d'agriculture biologique du Québec. 52 pages.

Thibaudeau, Sylvie. Cultures de couverture : un vaste choix et de multiples usages. 36 pages.