



CETAB⁺

Centre d'expertise et de transfert en
agriculture biologique et de proximité



REEMPLACER L'AZOTE VENANT DES APPORTS DE FUMIER PAR DES ENGRAIS VERTS DE LÉGUMINEUSES;

des exemples au Québec et ailleurs en Amérique du Nord

Une critique fréquente de l'agriculture biologique est sa dépendance de l'importation de fumier pour combler les besoins en nutriments des cultures, particulièrement l'azote.

Dans son ouvrage classique sur l'agriculture biologique, Nicolas Lampkin (1990) suggère de viser d'avoir environ 50 % de légumineuses dans une rotation pour avoir un système viable au niveau de la fourniture en azote en régie biologique, et ainsi réduire ou éliminer les importations d'engrais organiques.

Si ce principe s'avère relativement facile à mettre en pratique grâce aux prairies sur une ferme mixte avec élevage de ruminants, il en est autrement sur des fermes de grandes cultures ne produisant aucun fourrage. Ce type de fermes peut certainement consacrer des surfaces à la culture de légumineuses en engrais vert ou pour la récolte. Ces cultures peuvent être implantées soit pour une partie de saison, ou pour toute la saison, et ce, en complément avec d'autres plantes ou non. Cependant, les fermes de grandes cultures peuvent-elles se passer complètement d'importation de fumier ou de compost pour combler les besoins en azote des cultures? Quels sont les avantages et les désavantages de le faire? Quelles espèces de légumineuses doivent être privilégiées? Comment les insérer dans la rotation?

Un projet de recherche mené en 2012 et 2013 par Adrien N'Dayegamiye à la plate-forme en agriculture biologique de l'IRDA en collaboration avec le CETAB+ nous aide à répondre à certaines de ces questions. Cependant, il est aussi pertinent d'examiner les systèmes nord-américains de production biologique sans utilisation de fumier et de donner des exemples de fermes québécoises qui ont intégré des engrais verts de légumineuses dans leur système de production de grandes cultures de façon à diminuer ou à éliminer l'utilisation de fumiers. C'est l'objectif visé par cette fiche technique qui fait suite à une première fiche portant sur le calcul de la contribution en azote des légumineuses.



JEAN DUVAL
AGR., PH.D.
CETAB +



ANNE WEILL
AGR., PH.D.
CETAB +



ADRIEN N'DAYEGAMIYE
PH.D., IRDA

Canada

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation

Québec



LES SYSTÈMES SANS FUMIER DES PRAIRIES CANADIENNES ET AMÉRICAINES



Les essais à long terme de rotations sans fumier du Manitoba

Dans l'est du Canada, il est généralement possible de trouver une source de fumier pour les grandes cultures même au niveau des fermes qui ne font pas d'élevage. Ce n'est souvent pas le cas dans l'ouest du Canada où les distances et les superficies sont énormes. Une grande partie de la production biologique de grains dans les prairies canadiennes (et américaines) de l'Ouest se fait donc sans apport de fumier. Certains sols de l'Ouest ont une très bonne capacité de minéralisation d'azote venant de leur richesse en matière organique. Toutefois, dans plusieurs régions, c'est souvent l'humidité qui limite la production plus que la fertilité potentielle des sols en azote. Pour cette raison, les cultures exigeantes comme le blé ou le canola peuvent profiter de tout apport azoté supplémentaire dans le système.

Une expérience de rotation à long terme, qui est menée depuis 1992 à la station de recherche de Glenlea de l'Université du Manitoba par le professeur Martin Entz et son équipe (Entz, 2010), s'est intéressée à différents scénarios de rotation en régie biologique sans apport de fumier. Au cours de la période de 1992 à 2004, les rotations suivantes sans fumier ont été comparées :

1992-2004 (3 cycles de 4 ans)

1. Blé - pois - blé - lin
2. Blé - trèfle (en engrais vert) - blé - lin
3. Blé - luzerne - luzerne - lin

Depuis 2004, deux nouvelles rotations sans fumier ont été comparées (2004-2013):

1. Blé - lin - avoine - trèfle
2. Blé - lin - luzerne - luzerne

Il ressort de ces essais que seule la rotation comprenant deux années de luzerne assurait suffisamment de fertilité pour donner des rendements adéquats de blé et de lin. Cependant, un des problèmes avec cette même rotation était l'augmentation de la pression des mauvaises herbes à cause de la richesse du sol en azote; elles utilisaient en effet mieux l'azote disponible que les plantes cultivées. Il y a donc quasiment un surplus d'azote dans un tel système. De plus, comme ni le blé, ni le lin ne sont des plantes sarclées, les possibilités de lutte mécanique aux mauvaises herbes étaient limitées pendant leur croissance. Un autre problème était l'assèchement du sol en profondeur par la luzerne en combinaison avec le climat sec du Manitoba, ce qui pouvait nuire aux cultures de blé et de lin de la rotation certaines années. Par ailleurs, le scénario de rotation avec une seule année de trèfle rouge ne pouvait pas assurer des rendements intéressants dans ces essais; il s'ensuivait un déclin des rendements au cours des années. Dans les conditions froides et sèches du Manitoba, un apport supplémentaire en fumier aurait été nécessaire avec ce scénario pour obtenir des rendements adéquats.

Dans le système avec luzerne, le prélèvement en phosphore était important. Ceci pourrait donc être un avantage lorsque le bilan phosphore est positif et que la luzerne est exportée de la ferme (p. ex. par la vente de foin). Par contre, l'exportation en potassium sera aussi élevée et il faudra en tenir compte dans le plan de fertilisation.

Les rotations en régie biologique du Minnesota

Les recommandations de rotation du service d'extension de l'université du Minnesota (Moncada et Shaeffer, 2010) vont dans le même sens que les conclusions de l'équipe de chercheurs du Manitoba. Une rotation typique sans fumier en régie biologique dans cette région est :

1. Maïs
2. Soya
3. Céréales grainées
4. Luzerne

L'apport d'azote venant de la luzerne dans une telle rotation est généralement suffisant pour assurer un bon rendement en maïs. Le sarclage du maïs et du soya permet un bon contrôle des mauvaises herbes. La régie de coupe de la luzerne aide aussi à lutter contre les mauvaises herbes tant annuelles que vivaces. Enfin, il n'y a pas de surplus d'azote favorisant les mauvaises herbes comme dans le système manitobain avec le blé et le lin. La même rotation, mais avec une seule année de trèfle plutôt que de la luzerne nécessite des apports de fumier pour le maïs selon les recommandations du Minnesota.

LES SYSTÈMES SANS FUMIER DANS LE SUD DE L'ONTARIO LE CORN BELT ET LE NORD-EST AMÉRICAIN

Les systèmes biologiques de l'institut Rodale

L'institut Rodale en Pennsylvanie mène depuis 30 ans une étude comparative de systèmes de production de grandes cultures en régie conventionnelle et biologique (Rodale Institute, 2013). En régie biologique, le projet comporte deux systèmes, l'un qui comprend des apports de fumier et l'autre qui est basé sur des engrais verts de légumineuses sans fumier. Voici la rotation sans fumier :

1. Maïs avec seigle d'hiver en culture intercalaire;
2. Destruction du seigle au printemps. Semis d'avoine avec culture intercalaire de trèfles divers, suivi, après la récolte de l'avoine, d'un semis d'orge d'hiver comme engrais vert;

3. Destruction de l'orge d'hiver au printemps. Semis et récolte de soya. Semis de blé d'hiver;
4. Blé d'hiver avec culture intercalaire de vesce velue.

On remarque d'abord que le sol est presque toujours couvert dans cette rotation grâce aux cultures intercalaires et aux céréales d'hiver. La vesce velue fixe assez d'azote pour assurer un bon rendement de maïs. Les trèfles intercalaires en année 2 et le soya en année 3 contribuent à enrichir le sol en azote suffisamment pour le blé d'hiver en année 4. Les céréales d'hiver utilisées comme engrais vert (seigle et orge) permettent d'empêcher ou de ralentir les pertes d'azote dans le système.

Une rotation bio sans fumier typique du Corn Belt

La rotation suivante sans fumier, plus simple que celle de l'institut Rodale, est pratiquée dans les sols relativement fertiles du sud de l'Ontario ou du Corn Belt américain :

1. Soya suivi d'un semis de blé d'hiver ensemencé juste avant ou pendant la récolte de soya;
2. Semis de vesce velue dans le blé au printemps, récolte de la céréale, enfouissement de la vesce en novembre ou au printemps suivant;
3. Maïs - grain.

Cette rotation peut être essayée dans le sud du Québec, mais elle est risquée en raison de la piètre survie du blé d'hiver en général. Le blé peut être remplacé par le seigle, qui survit mieux à l'hiver. Par contre, le marché est plus limité pour le seigle que pour le blé. Le semis de la céréale d'hiver dans le soya n'est pas non plus toujours un succès. Le remplacement de la vesce velue par du trèfle en année 2 de cette rotation est possible, mais n'assure pas en général assez de fixation d'azote pour cultiver le maïs sans apport de fumier.

DES EXEMPLES DANS LE SUD-OUEST DU QUÉBEC

Vesce velue, trèfle rouge et luzerne à la Ferme Tullochgorum

Steven Lalonde cultive 80 hectares de grandes cultures biologiques sur des sols limono-argileux à Ormstown dans le sud-ouest du Québec. Ses sols étant très riches en phosphore, il est limité dans l'emploi de fumier sur ses terres. Il a donc développé différentes stratégies pour obtenir des rendements de maïs intéressants sans apports de fumier.

Pendant longtemps, Steven a inclus la vesce velue dans sa rotation. Il semait la vesce velue à travers un seigle d'hiver au printemps à l'aide d'un semoir à la volée installé sur un VTT. La vesce était semée quand le seigle était en début d'épiaison, soit vers la fin de mai. Le sol est alors encore assez humide pour que la vesce s'établisse bien sans autre opération. Après la récolte du seigle et de la paille de seigle à la fin de juillet, la vesce prenait rapidement de l'expansion, atteignant en général des biomasses de 4 t/ha ou plus. La vesce était labourée le plus tard possible, soit en novembre. Le sol restait sec même avec les pluies d'automne, car la vesce absorbe une grande quantité d'eau. Le maïs qui était cultivé l'année suivante donnait des rendements de 9 à 10 t/ha sans aucune fertilisation supplémentaire. Steven a cessé cette pratique en raison du marché incertain pour le seigle. Comme il n'arrive pas à intégrer la vesce velue ailleurs dans sa rotation, il a développé l'emploi d'autres légumineuses.

Il implante depuis quelques années du trèfle rouge deux coupes dans son blé environ 3 semaines après le semis du blé. Il utilise pour cela un semoir à l'air qui dépose les graines de trèfle en surface du sol à travers la canopée de blé qui a alors environ 5 à 7 cm de hauteur. Le semis du trèfle, assez dense (15-20 kg/ha) et réalisé juste avant une pluie, est combiné à un passage de herse-étrille, ce qui permet d'enfouir légèrement la semence et d'assurer une bonne levée. Après la récolte du blé, le trèfle profite beaucoup. Steven obtient des rendements de maïs de 7,5 à 8 t/ha l'année suivante de cette façon, sans fertilisation supplémentaire.

En collaborant avec un producteur laitier voisin qui achète son foin, Steven a aussi inclus la luzerne dans sa rotation. Il utilise la luzerne non seulement pour sa capacité à amener de l'azote dans son système, mais aussi pour aider à la lutte au laitèron. Les champs avec un problème sérieux de laitèron sont choisis en priorité. L'année précédente, un maïs avec culture intercalaire de trèfle est cultivé. Dans l'année d'implantation de luzerne, le trèfle est laissé jusqu'en juin, ensuite, le sol est travaillé à quelques reprises jusqu'en fin juin pour affaiblir le laitèron. Puis, la luzerne est semée en juillet, et roulée pour assurer un bon départ. Aucune coupe n'est prise la première année, mais un régime à trois coupes est maintenu dans les deux années suivantes. Sur retour de luzerne, les rendements de maïs atteignent facilement 10 t/ha sans fertilisation supplémentaire.



Pois de conserverie, vesce commune et trèfles fauchés chez Agri-Fusion

Jofroi Desperiers est l'agronome de la ferme Agri-Fusion, une ferme de grandes cultures biologiques de 2600 ha située dans la région de Vaudreuil-Soulanges dans le sud-ouest du Québec. Les cultures sur retour d'engrais verts de légumineuses se font de trois façons sur cette ferme.

Des pois (de conserverie ou fourrager comme le cultivar 4010) sont semés après une récolte de pois de conserverie. Il peut aussi arriver qu'un champ de pois de conserverie non-récolté soit laissé aller à maturité et battu pour faire de la semence. Les rejets de batteuse sont assez abondants pour semer le champ. L'azote amené par les pois suffit pour cultiver un blé sans fumier l'année suivante avec de bons résultats. La fixation d'azote ne serait toutefois pas suffisante pour une culture de maïs.

De la vesce commune est semée après une récolte hâtive de pois de conserverie. La vesce commune a l'avantage que l'on peut produire sa propre semence, contrairement à la vesce velue qui est une bisannuelle qui hiverne souvent mal au Québec. Des rendements de maïs de 9 t/ha et plus ont été obtenus en 2012 sans aucun apport de fumier sur un retour de vesce commune.

Enfin, les champs de blé comprennent toujours un engrais vert intercalaire de trèfle rouge et de trèfle ladino. Après le battage du blé, l'engrais vert de trèfle est fauché avec une faucheuse papillon. Cette opération aide à la décomposition des pailles et à la lutte contre les mauvaises herbes. Elle permet aussi une repousse de trèfle avec plus de jeune feuillage contenant de l'azote rapidement minéralisable au printemps suivant. Des rendements de maïs de 8 t/ha ont été obtenus en 2012 sur retour de trèfle.

Luzerne annuelle, vesce commune, pois et soya aux Fermes Longprés

Les membres de la famille Dewavrin exploitent une vaste ferme de grandes cultures biologiques à Les Cèdres dans le sud-ouest du Québec. Toujours prêt à innover dans la mise au point de machinerie et des systèmes de culture, ils ont essayé différentes légumineuses au cours des années pour arriver à produire des cultures sans apport de fumier.

De 2005 à 2010, la vesce commune a été utilisée dans leur rotation comme précédent au maïs, sans apport de fumier. Le semis printanier de la vesce était parfois précédé d'une courte jachère contre les mauvaises herbes vivaces. La vesce était récoltée vers la mi-août pour la graine de façon à être autosuffisant en semences, car la semence de vesce commune est assez chère. Les pertes au battage qui germent suffisaient pour assurer un très bon couvert de vesce tout au long de l'automne. Même si une année de culture devait être consacrée à la vesce, les rendements de maïs l'année suivante, qui allaient de 8,5 à 10 t/ha, justifiaient amplement la pratique. Ce sont des problèmes de maladie récurrents dans la vesce qui ont fait en sorte d'abandonner cette pratique. De plus, la récolte de la vesce était très exigeante pour la batteuse, occasionnant une usure prématurée de certaines pièces.

Les Dewavrin ont cultivé la luzerne annuelle comme engrais vert intercalaire dans le blé pendant quelques années. Suivant la luzerne, les rendements de maïs étaient excellents avec 8 à 9 t/ha. Cependant, le coût élevé de la semence, soit environ 100 \$/ha, leur a fait abandonner cette légumineuse pour les trèfles rouges et blancs qui sont nettement plus abordables. Le problème de la destruction du trèfle rouge demeure l'un des principaux défis. Quand des conditions sèches prévalent à l'automne et au printemps, l'azote du trèfle ne se minéralise pas toujours assez vite.

Des essais de pois fourrager et de soya comme engrais vert ont présentement lieu sur cette ferme. Leur potentiel de fixation d'azote n'est pas aussi élevé qu'avec la vesce et les trèfles, mais leur culture permet tout de même de diminuer les apports en fumier avant le blé ou le maïs.



DES EXEMPLES DANS LE CENTRE DU QUÉBEC

Les fermes biologiques de grandes cultures au Centre du Québec ont en général facilement accès à du fumier. Pour cette raison, peu d'entre elles se risquent à faire une culture derrière un engrais vert de légumineuses sans apport de fumier. Néanmoins, il existe des façons originales d'utiliser les légumineuses qui méritent d'être mentionnées.

Vesce velue et trèfle incarnat à la ferme Rheintal

À la ferme Rheintal de Ste-Monique, Sébastien Angers cultive 84 ha de grandes cultures. Sa rotation comprend du maïs, du soya, du blé d'hiver et quelques prairies de foin. Il a intégré d'une façon originale la vesce velue dans sa rotation en association avec d'autres espèces d'engrais verts, soit le seigle et le radis fourrager. Suite à la récolte du blé d'hiver, il pratique une courte jachère contre les mauvaises herbes vivaces. Il fait ensuite un apport de fumier, puis forme des billons pour la culture de maïs de l'année suivante.

C'est à ce stade qu'il sème son mélange d'engrais vert comprenant 40 % de vesce velue. Si la vesce n'a que 8 cm de longueur à l'automne, c'est plutôt la croissance printanière avant le semis de maïs qui l'intéresse.

En effet, en choisissant un cultivar de vesce velue qui résiste bien à l'hiver (p.ex., le cultivar Purple Bounty), il peut compter sur une croissance abondante de mars à mai de cette bisannuelle, la biomasse aérienne atteignant 30 à 45 cm de longueur avant son enfouissement en mai. La présence d'un peu de seigle d'hiver dans le mélange (15 %) sert de tuteur à la vesce au printemps. Cette technique de culture de la vesce velue permet d'obtenir de la fixation d'azote dans une fenêtre de temps dans laquelle peu d'autres légumineuses croissent.

Dans la culture de maïs, Sébastien sème en mélange égal un couvre-sol de trèfle incarnat et de raygrass (8 kg/ha chacun). Le trèfle incarnat tolère bien l'ombre et réussit même à fleurir au centre des entre-rangs pendant la saison. L'apport d'azote du trèfle aide à la décomposition des chaumes de maïs après la récolte.

Trèfle alsyke à la ferme Janlau

Jean Côté cultive des grains biologiques à Baie-du-Febvre depuis 1985 : épeautre, lin, soya, tournesol, blé d'hiver et de printemps, fève. En excluant le maïs et en incorporant du foin de commerce riche en légumineuses dans sa rotation, il a pu obtenir de bons rendements dans ses cultures sans apport de fumier pendant nombre d'années. Cependant, ses sols se sont appauvris en phosphore et potassium, ce qui l'a incité à importer depuis quelques années du fumier qui est appliqué sur les prairies de foin uniquement.

Outre le soya, les fèves et les légumineuses dans le foin, Jean plante toujours un couvre-sol de trèfle alsyke dans les blés et l'épeautre. Les avantages principaux de ce type de trèfle sont son faible coût et le fait qu'il ne nuit jamais au battage de la céréale. Il faut par contre s'assurer d'un faible taux de semis, soit aussi peu que 3 kg/ha. Même si le trèfle est détruit quelques semaines après le battage de la céréale, il contribue néanmoins à fournir de l'azote à ce système de culture de façon appréciable par sa récurrence dans la rotation.

DES EXEMPLES AU LAC ST-JEAN

Jacques Dallaire de la Ferme Tournevent à Hébertville au Lac St-Jean cultive des céréales, du chanvre, du canola et du sarrasin. Les légumineuses sont intégrées à quelques endroits de sa rotation. Le trèfle incarnat est cultivé en intercalaire dans les céréales avant des cultures de chanvre, de canola ou d'avoine. Comme le trèfle incarnat meurt à l'hiver, il est plus facile à détruire au printemps que le trèfle rouge. En 2012, un engrais vert mixte comprenant une bonne proportion de pois fourragers a été semé en juillet suite à une jachère de printemps et de début d'été visant à réprimer les vivaces telles que le laiteron. En 2013, la culture de chanvre qui a suivi cet engrais vert mixte a donné autant de rendements qu'une parcelle adjacente ayant reçu du fumier. Cependant, la paille du chanvre avait 30 cm de moins de longueur.

Un peu plus au nord au lac St-Jean, Christian Taillon cultive 525 ha de grandes cultures (chanvre, canola, céréales, sarrasin) sur la ferme familiale comprenant aussi un élevage laitier. Il inclut du trèfle intercalaire dans les céréales depuis une vingtaine d'années. Cependant, en raison des limitations climatiques, il n'obtient jamais des biomasses suffisantes pour se risquer à ne pas apporter de fumier à la culture suivante, à l'exception du sarrasin.

Conclusion

Cette série d'exemples nord-américains et québécois de systèmes de grandes cultures biologiques sans fumier montre qu'il est tout à fait faisable de produire des récoltes abondantes seulement avec des précédents d'engrais verts de légumineuses. Cependant, il y a des contraintes climatiques (p. ex., froid ou sécheresse) qui limitent parfois la fiabilité ou la capacité de ces stratégies de régie biologique sans fumier. Le choix non seulement des espèces, mais des cultivars d'engrais verts peut aussi avoir une incidence sur le succès ou non des essais réalisés. C'est un domaine encore peu exploré.

La question économique a été peu abordée. Relié au prix des terres, à la disponibilité du fumier ou à la possibilité même d'apporter du fumier (sols trop riches en P, distances, etc.), chaque cas est particulier. Il reste encore beaucoup de recherche et de mise au point à faire pour être en mesure de recommander des stratégies d'intégration d'engrais verts de légumineuses dans une rotation de grandes cultures qui permettent tout à la fois d'apporter suffisamment d'azote pour les cultures exigeantes, qui contribuent à la répression des mauvaises herbes et qui soient économiquement viables. C'est notre objectif d'arriver à développer de tels systèmes pour le Québec.

Références:

Lampkin, Nicholas. 1990. Organic Farming. Brighton : Diamond Farm Book Publishers. 726 pages.

Entz, Martin. 2010. The Glenlea Long-Term Crop Rotation Study. Consulté en novembre 2013 à : <http://www.umanitoba.ca/outreach/naturalagriculture/organic.html>

Moncada, Kristine et Craig Sheaffer. 2010. Consulté en novembre 2013 à : <http://www.organicriskmanagement.umn.edu/rotation2.html>

Rodale Institute. 2013. Farming Systems Trial. Consulté en novembre 2013 à : <http://rodaleinstitute.org/our-work/farming-systems-trial/farming-systems-trial-the-farming-systems/>