

## **GESTION EFFICACE DE L'AZOTE EN PRODUCTIONS BIOLOGIQUES**

Adrien N'Dayegamiye, Caroline Côté, Richard Hogue,  
Paul Deschênes, Mylène Génereux et Thomas Jeanne

**Projet :** IA113029

**Durée :** 05/2014 – 02/2017

### **FAITS SAILLANTS**

Dans cette étude, les légumineuses les plus performantes (trèfle rouge < trèfle rouge/trèfle blanc (Ladino) < vesce velue) ont permis, l'année suivante, des augmentations de grains de maïs variant de 2 230 à 4 231 kg/ha. Par rapport aux sols avec les légumineuses seules sans apport d'engrais organique, les apports de compost Biosol et de fumier de bovins ont augmenté les rendements en grains de 18 et 32 %, respectivement. Le labour du sol a également conduit à des augmentations de 39 % (1 425 kg/ha) de rendement en grains, en comparaison avec le travail avec la herse à disques Offset, ceci étant attribuable à un meilleur contrôle des mauvaises herbes.

Les légumineuses, cultivées en 2014, ont contribué à la nutrition en azote du maïs en 2015 et du blé en 2016, grâce à leur apport en azote, mais aussi à l'augmentation des activités enzymatiques du sol reliées à la disponibilité de l'azote et du phosphore (effet indirect). Les arrière-effets du fumier et du compost sur le rendement et la nutrition azotée du blé ont été plus faibles que ceux des légumineuses. Les biomasses de légumineuses et les apports de fumier ont significativement augmenté la richesse des communautés bactériennes, fongiques et microfauniques du sol, et leur diversité. De plus, ils ont probablement réduit la prévalence d'*E. coli* dans les sols ayant reçu des applications de fumier de bovins, tel qu'observé dans cette étude, grâce à la stimulation de la microflore du sol qui est alors entrée en compétition avec cette bactérie.

Dans les conditions climatiques du Québec, les quantités de biomasse végétale et d'azote produites par les légumineuses n'étaient pas élevées. Pour cela, des applications de fumier ou de compost ont été nécessaires afin de compléter les besoins en nutriments de la culture suivante et augmenter les rendements. Les résultats de cette étude ont montré que l'introduction de légumineuses performantes et d'une culture annuelle commercialisable dans la rotation de la ferme peut maintenir des revenus élevés en production biologique.

### **OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE**

Huit cultures de rotation ont été implantées en 2014. Il s'agissait de (1) l'orge comme témoin (2) l'orge/trèfle incarnat (3) l'orge/trèfle blanc (Ladino) (4) l'orge/trèfle rouge (5) l'orge/trèfle rouge et trèfle blanc (6) la vesce velue (7) la luzerne annuelle et (8) le pois sec. Pour compléter les apports des différentes légumineuses en azote, des applications de fumier de bovins et de compost Biosol ont été effectuées en automne 2014 à la dose de 30 t/ha. Les biomasses des légumineuses et les fumures organiques ont été incorporées au sol par hersage et labour à une profondeur de 10 et 20 cm, respectivement.

Les objectifs du projet consistaient à :

- (1) Connaître les effets des cultures de rotation (les légumineuses) et des apports de fumier de bovins et du compost Biosol sur les rendements du maïs en 2015 et leurs arrière-effets sur le blé en 2016. L'effet du mode de travail (herse à disques Offset et labour) sur ces paramètres a également été évalué;
- (2) Déterminer les coefficients d'efficacité des légumineuses et des fumures organiques étudiées;
- (3) Mesurer les changements des propriétés du sol liés à la fertilité et à la qualité du sol sous ces régies agricoles;
- (4) Déterminer les activités biologiques et la biodiversité des microorganismes du sol selon les pratiques agricoles étudiées, ainsi que la prévalence de *E. coli* dans les sols.

## RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

### Rendement et coefficients d'utilisation d'azote

Les résultats obtenus en 2015 montrent que les légumineuses dans la rotation, et les applications de fumier de bovins et de compost Biosol ont augmenté de façon significative les rendements en maïs-grain. De même, le labour du sol a significativement accru la production du maïs, en comparaison avec le hersage du sol qui n'a pas favorisé le contrôle des mauvaises herbes. Contrairement aux fumures organiques, les arrière-effets des légumineuses ont soutenu la production et la nutrition en azote du blé en 2016.

Les coefficients d'utilisation d'azote ont varié de 33 à 54 % pour les légumineuses les plus performantes : trèfle rouge < mélange de trèfle rouge et trèfle blanc (Ladino) < vesce velue. Ils ont varié de 17 à 24 % et 25 à 31 % pour le compost Biosol et le fumier de bovins, respectivement.

**Tableau 1 : Coefficients d'utilisation de l'azote (CUN) des légumineuses, du compost Biosol et du fumier de bovins par la culture de maïs en 2015.**

Précédents	Légumineuses§	Compost Biosol€	Fumier de bovins€
	(%)		
Luzerne	10	11	18
Trèfle incarnat	22	4	9
Trèfle blanc	33	5	8
Trèfle rouge	33	17	29
Trèfle rouge/blanc	39	16	25
Vesce velue	54	24	31

€ : CUN calculé pour le compost et le fumier, seulement.

§ CUN calculé pour légumineuses seules.

### Dynamique des propriétés du sol

À court terme, les pratiques culturales étudiées (les légumineuses dans la rotation, les apports de fumier et de compost, et le travail du sol avec labour ou la herse à disques Offset) n'ont pas déterminé de significatifs changements de niveaux de matière organique ni d'azote total, ainsi que de la structure. Par contre, les incorporations de biomasses de

légumineuses ont accru de façon significative les activités de l'uréase, de la phosphatase alcaline et de la déshydrogénase dans le sol. La phosphatase alcaline et la déshydrogénase sont des enzymes qui sont associées au nombre de microorganismes et à leur activité dans le sol.

Les apports de fumier de bovins et de compost ont enrichi les sols en espèces bactériennes, fongiques et microfauniques. Le précédent de légumineuse a eu un impact significatif sur les bactéries du phylum bactéroïdètes et les champignons du clade LKM11 dans le sol. En comparaison avec la herse, le labour du sol n'a pas significativement influencé la richesse des groupes microbiens, à l'exception des champignons du clade LKM11. L'étude de la diversité des microorganismes a montré que la vesce velue a principalement influencé la composition des communautés eucaryotiques (champignons, microfaunes). Le labour du sol a influencé la diversité des groupes bactériens et eucaryotiques, en comparaison avec le travail superficiel avec la herse. Même si les apports de fumier de bovins et de compost ont enrichi le sol en microorganismes exogènes, ils n'ont pas eu d'effet significatif sur la diversité de cette flore microbienne.

Les populations de la bactérie *E. coli* étaient très élevées dans les sols qui avaient reçu des applications de fumier solide de bovins, en comparaison avec le compost Biosol et le précédent de culture (vesce) sans fumures organiques. La prévalence de cette bactérie dans le sol était faible avec le labour et élevée avec le travail du sol avec la herse à disques Offset. L'épandage de fumier a entraîné une prévalence d'*E. coli* significativement supérieure, comparativement aux sols avec légumineuse seule ou aux parcelles ayant reçu du compost. Par contre, les bactéries n'ont été détectées dans aucune parcelle après un délai de 35 jours suivant l'épandage de fumier de bovins ou de composts Biosol.

## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER**

Les données obtenues dans cette étude seront très utiles dans la gestion de l'azote en production biologique. Elles vont permettre de faire le choix des légumineuses plus performantes à planter dans la rotation sous les conditions climatiques du Québec. Les légumineuses qui ont augmenté la production des cultures et amélioré les propriétés du sol sont celles qui avaient une bonne croissance et qui ont produit des quantités élevées de biomasse et d'azote : trèfle rouge, mélange de trèfle rouge et trèfle blanc (Ladino) et vesce velue. La connaissance des coefficients d'utilisation d'azote des légumineuses, des fumiers et des composts permettra des recommandations réalistes pour le secteur de production biologique qui utilise principalement ces matières organiques comme seules sources d'azote.

Les connaissances de la dynamique des microorganismes et de leur diversité sont importantes en agriculture biologique, car les sources d'azote utilisées sont sous forme organique et doivent être décomposées par les microorganismes du sol avant de devenir disponibles aux cultures. Les données obtenues dans ce projet démontrent qu'on est en mesure d'accroître les activités des microorganismes et leur biodiversité par le choix de bonnes pratiques agricoles.

L'analyse économique a démontré que l'introduction de légumineuses et d'une culture annuelle commercialisable dans la rotation de la ferme pourrait maintenir des revenus élevés en production biologique.

## **POINT DE CONTACT**

Nom du responsable du projet : Adrien N'Dayegamiye

Téléphone : 902 940-2004

Courriel : [adrien.ndaye@irda.qc.ca](mailto:adrien.ndaye@irda.qc.ca)

## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.