

# **Plus de légumineuses dans les rotations et leurs bénéfices sur les rendements du maïs et du blé planifiable**

ADRIEN N'DAYEGAMIYE<sup>1</sup>, GILLES TREMBLAY<sup>2</sup>, PAUL DESCHÈNES<sup>1</sup> ET ANNE DRAPEAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et développement en Agroenvironnement (IRDA), 2700 Einstein, Complexe scientifique D.1.110. Qc, Canada G1P 3W8

<sup>2</sup> CÉROM, 740 Chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Qc, Canada J3G 0E2

\*adrien.ndaye@irda.qc.ca

**Mots clés :** légumineuses dans les rotations, équivalent en engrais azoté, maïs, blé panifiable

La fixation biologique annuelle d'azote par les légumineuses est évaluée entre 75 et 80 millions de tonnes d'azote dans le monde. L'augmentation de légumineuses dans les rotations agricoles pourrait ainsi constituer une source renouvelable d'azote et maintenir la fertilité azotée et la productivité des sols agricoles.

Cette étude, située à St Lambert-de-Lauzon et à St Mathieu-de-Beloeil, a débuté en 2011 afin de déterminer les bénéfices agronomiques des légumineuses cultivées seules ou en association avec le blé ou le maïs. Les légumineuses semées seules en 2011 étaient le soya, le haricot sec, le pois sec, la vesce velue, la luzerne et le trèfle incarnat. La vesce velue, le trèfle incarnat et le pois fourrager ont été semés en association avec le blé, alors que la luzerne, le trèfle incarnat et la vesce velue ont été semés en intercalaire avec le maïs grain. Des cultures de maïs grain et de blé, qui ne sont pas fixatrices d'azote, ont été semées seules afin d'être utilisées comme référence pour évaluer la contribution en azote des légumineuses.

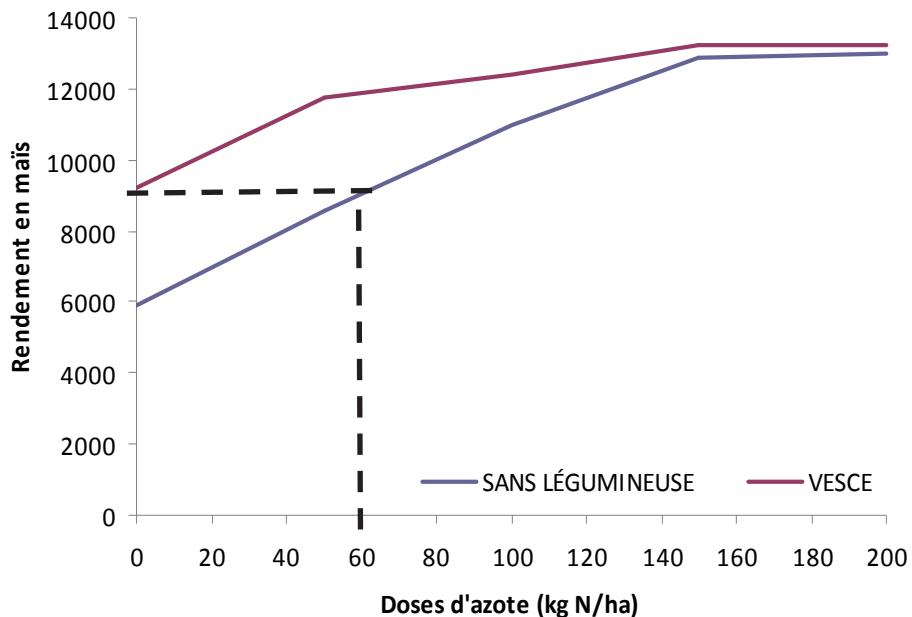
En 2012, des doses croissantes d'engrais minéral azoté ont été appliquées à une culture de blé panifiable et une culture de maïs grain. La réponse de ces cultures aux différentes doses d'engrais azoté a permis de déterminer la contribution en azote des différents précédents de légumineuses. Ainsi, cinq doses d'engrais azotés soit 0, 50, 100, 150 et 200 kg/ha ont été apportées dans la culture de maïs et 0, 20, 40, 60 et 80 kg /ha pour le blé panifiable.

Les résultats présentés proviennent du site de recherche de St-Mathieu-de-Beloeil. La production de biomasses végétatives en 2011 était élevée, variant entre 2,5 et 6 tonnes de matière sèche selon les espèces de légumineuses étudiées. Les quantités d'azote apportées au sol n'ont pas été proportionnelles aux quantités de biomasses produites, mais dépendaient beaucoup plus de l'espèce de légumineuse. Elles étaient de 32 kg N /tonne de matière sèche (MS) pour la luzerne, de 23 kg N/ tonne de MS pour le trèfle, et finalement de 20 kg N/tonne de MS pour la vesce velue et les mélanges de blé/vesce et de maïs/vesce. Les résidus de récolte et les quantités d'azote laissés au sol par le soya, le poids sec et le haricot dont on avait récolté les grains n'étaient pas élevés.

Dans les parcelles qui n'ont pas reçu de fertilisation azotée en 2012, les rendements en blé panifiable ont varié de 2200 à 3400 kg/ha, selon les précédents de culture. Avec la fertilisation azotée, les rendements maximum obtenus ont varié de 3300 à 4040 kg /ha. Les augmentations des rendements de blé ont varié de 2 à 14%, étant plus élevées (10 à 14%) pour les précédents de vesce> blé/vesce>luzerne>soya et pois sec, soit de 400 à 700 kg /ha de grains. Les précédents de légumineuses en intercalaire avec le maïs ont produit de faibles augmentations de rendement de blé par rapport au sol sans légumineuse.

Sans l'apport d'engrais azotés, les rendements en maïs grain ont varié de 4,9 à 9 t/ha selon les différents précédents de culture, et ils étaient situés entre 9,2 à 12 t/ha avec la fertilisation azotée. En comparaison avec le sol sans précédent de légumineuse, les augmentations de rendements en maïs grain ont été entre 5 et 10% pour les précédents de soya, de maïs/vesce et de maïs/luzerne. Cependant, les augmentations les plus élevées de rendements de maïs (17 à 20%) ont été obtenues sous les précédents de vesce> luzerne et > blé/vesce, soit de 1,7 à 2 t/ha.

Les courbes de réponse à l'apport d'engrais azoté obtenues pour le sol sans légumineuse (figure, courbe du bas) et celles des différents précédents de légumineuses ont permis de déterminer l'équivalent en engrais azoté (kg N/ha) des légumineuses incorporées au sol.



L'équivalent en engrais azoté indique la quantité d'azote de l'engrais substituée par la légumineuse pour produire un rendement équivalent (voir figure). Pour la culture du maïs, l'équivalent en engrais azotés était de 20 kg N/ha pour les précédents de pois, de soya et de maïs/vesce, de 45 kg N/ha pour le mélange blé/vesce et de 60 kg N/ha pour la vesce et la luzerne. Les autres précédents de légumineuses (blé/pois fourrager, blé/trèfle et haricot) ont eu de faibles équivalents en engrais azoté (0-5 kg N/ha). Pour le blé panifiable, les équivalents en engrais azoté ont également été plus élevés pour la vesce et la luzerne (30 kg N/ha) ainsi que pour le mélange blé/vesce (25 kg N/ha).

Cette étude a démontré que la contribution des légumineuses aux rendements du blé panifiable et du maïs grain était importante malgré les conditions de sécheresse de l'été 2012 qui ont ralenti la minéralisation des résidus de légumineuses incorporés au sol. Les bénéfices des légumineuses sur les rendements du blé et du maïs a varié dans l'ordre suivant : vesce velue > luzerne > blé/vesce > maïs/vesce > soya.

### **Remerciements**

*La réalisation de cette recherche a été rendue possible grâce au financement d'Agriculture Canada, programme PCAA, et à la collaboration de l'IRDA et du CÉROM*

# Bénéfices des légumineuses dans les rotations agricoles

Adrien N'Dayegamiye

IRDA

The logo for IRDA (Institut de recherche pour le développement agricole) features a stylized green plant sprout with three leaves above the lowercase letters "irda".A white circle containing the letter "N" with two curved arrows pointing away from it, suggesting nitrogen fixation or movement.

## Légumineuses

- Dans le monde : 75 à 80 millions de tonnes d'azote
- 40 % des besoins en N couverts par les légumineuses
- 60 % par l'apport d'engrais N
- Fixation symbiotique : 40 à 200 kg N/ha

The logo for IRDA (Institut de recherche pour le développement agricole) features a stylized green plant sprout with three leaves above the lowercase letters "irda".A white circle containing the letter "N" with two curved arrows pointing away from it, suggesting nitrogen fixation or movement.

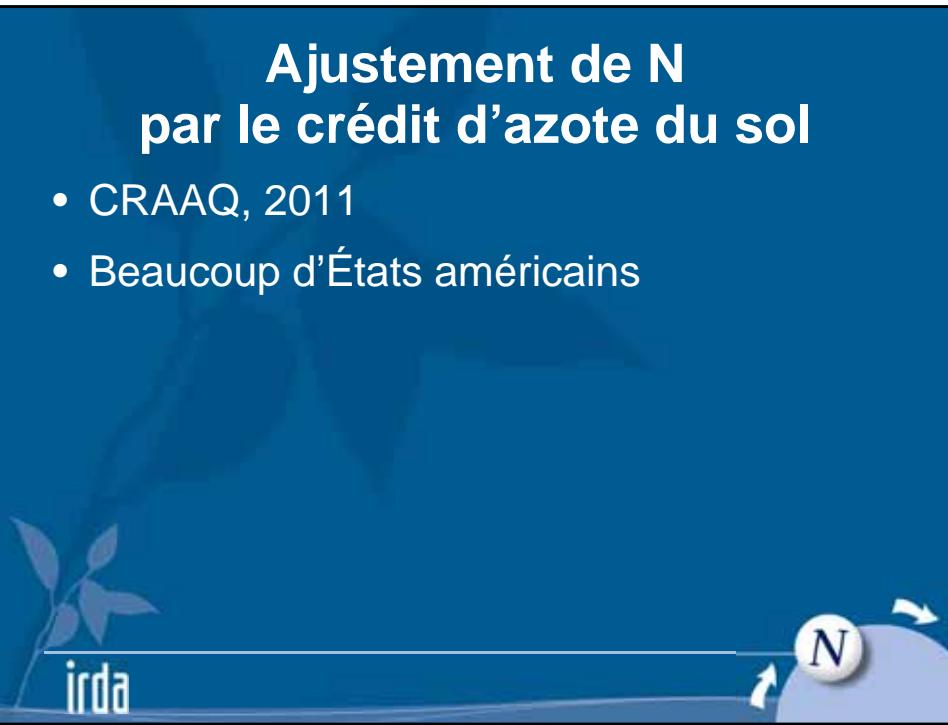
## Ajustement des doses d'azote

- Selon le crédit d'azote du sol :  
( N résiduel des fumiers, N légumineuses,  
N de la MO)
- N dans les sols : 3000 à 8000 kg/ha
- Avec k2 de 0,15 : 45 à 120 kg N/ha



## Ajustement de N par le crédit d'azote du sol

- CRAAQ, 2011
- Beaucoup d'États américains



## Fixation d'azote variable

Selon :

- les propriétés du sol
- les espèces de légumineuses
- et les conditions climatiques



## Légumineuses établies en 2011

- Sans légumineuse
- Pois
- Soya
- Haricot
- Trèfle
- Luzerne
- Vesce
- Blé/trèfle
- Blé/pois
- Blé/vesce
- Maïs/trèfle
- Maïs/luzerne
- Maïs/vesce

The logo for I.R.D.A. (Institut de Recherche pour le Développement Agricole) featuring the letters 'irda' in a stylized font.A graphic element consisting of a white circle containing the letter 'N', with two curved arrows pointing away from it.

## Traitements en 2012

**Doses d'azote dans chaque précédent, semé en maïs et blé :**

- Maïs : 0, 50, 100, 150, 200 kg N/ha
- Blé planifiable : 0,20, 40, 60, 80 kg N/ha

The logo for I.R.D.A. (Institut de Recherche pour le Développement Agricole) featuring the letters 'irda' in a stylized font.A graphic element consisting of a white circle containing the letter 'N', with two curved arrows pointing away from it.

## Résultats



irda



irda







## Biomasses produites (m.s) et quantités d'azote (2011)

- 2,5 à 6 tonnes selon les espèces de légumineuses
- 32 kg N/t pour la luzerne, 23 kg N/t pour le trèfle
- 20 kg N/t pour la vesce velue, les mélanges blé/vesce et maïs/vesce
- <10 kg N/t pour les autres légumineuses

irda

N

## Rendements de blé (2012)

- Sans engrais N : 2200 à 3400 kg/ha
- Avec engrais N : 3300 à 4040 kg/ha
- Augmentation de 10 à 14 %, soit 400 à 700 kg/ha
- Vesce>blé/vesce>luzerne> soya et pois sec

irda

N

## Rendements de maïs (2012)

- Sans engrais N : 4,9 à 9 t/ha
- Avec engrais N : 9,2 à 12 t/ha
- Augmentation de 5 à 10 % pour soya, maïs/vesce et maïs/luzerne
- Augmentation de 17 à 20 %, soit 1,7 à 2t/ha pour :

Vesce>luzerne> et blé/vesce

irda

N

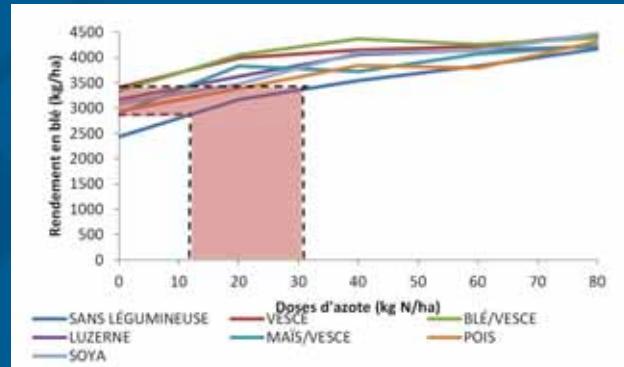
## Effets des légumineuses et de l'engrais azoté (Anova)

Effets	Rendements de maïs			Rendements de blé	
	DF	Valeur de F	Pr > F	Valeur de F	Pr > F
<b>Site de St-Mathieu</b>					
Traitement	13	4,07	0,0013	5,52	0,0001
Dose d'azote	4	339,31	<0,0001	258,70	<0,0001
Traitement*dose	52	1,87	0,0083	1,38	0,0812
<b>Site de St-Lambert</b>					
Traitement	13	0,82	0,6399	2,90	0,0474
Dose d'azote	4	32,90	0,0012	12,11	0,0166
Traitement*dose	52	1,29	0,1811	1,77	0,0206

irda

N

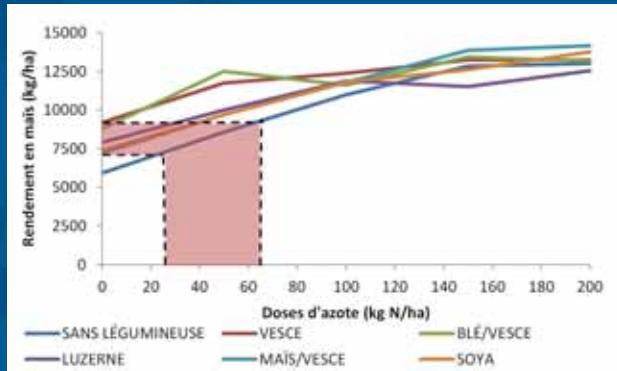
## Rendements de blé et équivalent en engrais N



## Équivalent en engrais N pour le blé

- 12 à 30 kg N/ha
- Luzerne et vesce : 30 kg N/ha
- Blé/vesce : 25 kg N/ha
- Maïs/vesce, pois, soya : 12 à 20 kg N/ha

## Rendements de maïs et équivalent en engrais N



## Équivalent en engrais N pour le maïs

- 25 à 65 kg N/ha
- Soya, maïs/vesce : 25 kg N/ha
- Blé/vesce : 45 kg N/ha
- Vesce et luzerne : 60 kg N/ha

## Conclusions

- Importante contribution de légumineuses aux rendements de blé et de maïs
- Augmentation de l'efficacité de l'engrais azoté apporté (kg grain/kg N)
- Ses effets bénéfiques : pas attribuables seulement à l'azote



## Conclusions

- Poursuite du projet en 2013 (légumineuses) et 2014 (blé et maïs)
- Le choix des meilleures légumineuses selon :
  - les doses économiques d'engrais azotés pour les cultures suivantes
  - l'analyse économique de ces régies



## Réalisation de cette recherche

- Financement : CDAQ, Programme PCAA d'Agriculture Canada
- Collaboration : IRDA et CÉROM



Merci

