

Effets de la texture et de la fertilisation azotée sur le rendement et la qualité de blé de printemps

JUDITH NYIRANEZA¹, ATHYNA N. CAMBOURIS², NOURA ZIADI¹, NICOLAS TREMBLAY³, MICHEL C. NOLIN²

¹Agriculture et Agro-alimentaire Canada (AAC), 2560, Boulevard Hochelaga, Québec, QC, Canada, G1V 2J3.

²AAC, 979, Avenue de Bourgogne, local #140, Québec, QC, Canada, G1W 2L4.

³AAC, 430, Boulevard Gouin, St-Jean-sur-Richelieu, QC, Canada, J3B 3E6.

judith.nyiraneza@agr.gc.ca

Mots clés : blé, azote, texture du sol, protéine, poids spécifique

1. Introduction

Pour des raisons économique et environnementale, l'utilisation efficace d'engrais azotés est cruciale dans la production du blé (*Triticum aestivum L.*). L'apport excessif d'engrais azotés est associé aux pertes de N dans l'environnement mais aussi aux pertes de rendement et de qualité (Bundy et Andraski, 2004), tandis que les quantités insuffisantes d'azote (N) réduisent les rendements et la concentration en protéine dans les grains (CPG), entraînant donc une baisse de rentabilité. Le rendement et la qualité du blé sont influencés par de nombreux facteurs tels que la rotation des cultures, le travail du sol (Carr et al., 2008), la source d'engrais azotés (Yang et al., 2011), le temps d'application des engrains (Karamonos et al., 2005) ainsi que la texture du sol (Nyiraneza et al., 2012). Des essais permettant de déterminer la réponse du blé à la fertilisation azotée selon différentes textures de surface des sols s'avère donc nécessaires pour une meilleure gestion des engrais azotés. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de la texture de surface du sol et de la fertilisation azotée (dose et temps d'application) sur les quantités de N prélevées, l'efficacité d'utilisation d'engrais N (EUN), le rendement en grains de blé (RG) et quelques paramètres de qualité.

2. Méthodologie

Une étude de trois années (2004-2006) a été menée au Québec en utilisant des sols ayant différentes textures de surface: A (sols argileux), L (sols loameux), Sg (sols sableux appartenant à l'ordre des Gleysols), Sp (sols sableux appartenant à l'ordre des Podzols) pour un total de 12 site-années. Huit traitements ont été établis à chaque site: N0, N40, N80, N120, N120t, N120s, N160, et N200. Pour les traitements N40, N80, N120, N160 et N200, 30 kg N ha⁻¹ ont été appliqués à la volée au semis et le reste a été apporté au stade d'elongation de la tige. Pour le traitement N120t, 50% a été apporté au semis et le reste au stade de tallage, et finalement 120 kg N ha⁻¹ étaient apportés au semis à la volée pour le traitement N120s. Les paramètres mesurés incluaient RG, N prélevé, et EUN. Les paramètres de qualité du blé consistaient en la CPG, le poids spécifique et le poids de 1000 grains (PMG). L'analyse de la variance a été effectuée avec la procédure MIXED de SAS.

3. Résultats

L'effet de la fertilisation a été significatif pour tous les paramètres mesurés alors que l'effet de la texture a été observé sur RG, N total prélevé, CPG, PMG et le poids spécifique (Tableau 1). L'apport de N supérieur à 120 kg N ha⁻¹ n'a pas augmenté le RG. En fait, le RG le plus élevé (2.6 Mg ha⁻¹) a été obtenu avec le traitement N120t et la dose la plus élevée (N200) a donné un RG comparable à celui obtenu avec le traitement N80. Les quantités de N prélevées et la CPG ont augmenté proportionnellement aux doses de N. L'efficacité d'utilisation d'engrais N a varié de 28 à 50% et la valeur la plus faible était associée au traitement N200. Quand le CPG augmente de 11 à 15.5 g kg⁻¹, les producteurs de blé reçoivent une prime proportionnelle, laquelle varie en fonction des fluctuations du marché (McKenzie et al., 2008). Ainsi, la dose de 120 kg N ha⁻¹ fractionnée en deux applications (traitements N120t et N120) permet de maximiser la prime (CPG>15.5 g kg⁻¹). Les quantités de N total prélevé, et le CPG étaient plus élevés avec les traitements N120 et N120t par rapport au traitement N120s. L'apport de N à des doses supérieures à 120 kg N ha⁻¹ n'a permis d'augmenter ni le PMG ni le poids spécifique.

Tableau 1. Effets de la texture de surface du sol et de la fertilisation azotée sur le rendement en grain (RG), la quantité de N total prélevé, l'efficacité d'utilisation d'engrais N (EUN), la concentration en protéine du grain (CPG), le poids de 1000 grains (PMG) et le poids spécifique

Source de variation	RG	N total prélevé	EUN	CPG	PMG	Poids spécifique
	Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	g kg ⁻¹	g	kg hl ⁻¹
Texture						
A	2.1a	67.8b	32.8a	15.2c	29.6a	75.3a
L	2.6a	88.4a	38.6a	15.2c	27.4b	74.5b
Sg	1.9a	72.7b	33.5a	17.3a	28.4a	74.2b
Sp	2.1a	77.6ab	41.6a	16.3b	29.9a	75.4a
Traitement						
N0	1.5d	39.1e	-	12.9f	27.0c	74.7b
N40	1.9c	54.0d	37.2b	13.9e	28.2b	74.8b
N80	2.3b	79.3c	50.2a	16.5c	29.0b	75.1a
N120	2.3b	88.2ab	40.9ab	17.1b	29.1b	75.1a
N120t	2.6a	86.4b	39.4b	16.2c	29.7a	75.1a
N120s	2.4ab	76.6c	31.2b	15.3d	29.6a	75.3a
N160	2.2b	92.2b	33.2b	17.8a	28.9a	74.5b
N200	2.2b	96.0a	28.4c	17.8a	28.9b	74.2b
Analyse de la variance (niveau de probabilité)						
Texture	<0.001	0.0018	0.42	<0.001	0.008	0.047
Traitement	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	0.008
Interaction	0.47	0.11	0.48	<0.001	<0.001	<0.001

Les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas statistiquement différentes à une probabilité de 5%.

A, sols argileux; L, sols loameux; Sg, sols sableux appartenant à l'ordre des Gleysols; Sp, sols sableux appartenant à l'ordre des Podzols.

4. Conclusions

Les résultats de cette étude ont démontré que la dose de 120 kg N ha⁻¹ fractionnée en deux applications est suffisante pour maximiser le rendement et pour obtenir la prime maximale liée à la teneur en protéines. La texture de surface est un facteur important qui influence la réponse du blé de printemps à la fertilisation azotée ainsi que les paramètres de qualité.

5. Références

- Bundy L.G. et Andraski T.W. 2004. Diagnostic tests for site-specific nitrogen recommendation for winter wheat. *Agronomy Journal* 96, 608–614.
- Carr et al. 2008. Wheat grain quality response to tillage and rotation with field pea. *Agronomy Journal* 100, 1594–1599.
- Karamanos et al. 2005. Effect of post emergence nitrogen application on the yield and protein content of wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 85, 327–342.
- McKenzie et al. 2006. In-crop application effect of nitrogen fertilizer on grain protein concentration of spring wheat in the Canadian prairies. *Canadian Journal of Soil Science* 86, 565–572.
- Nyiraneza et al. 2012. Spring wheat yield and quality related to soil texture and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, sous presse.
- Yang et al. 2011. Controlled-release urea improved nitrogen use efficiency, yield and quality of wheat. *Agronomy Journal* 103, 479–485.

Les systèmes de culture qui laissent peu de résidus de récolte sont-ils durables à long terme? Cas du maïs-ensilage alterné avec les céréales

Judith Nyiraneza, AAC
Martin H. Chantigny, AAC
Adrien N'Dayegamiye, IRDA
Marc R. Laverdière, AAC

Journée scientifique sur les grandes cultures, 23 février 2012, Drummondville, QC



 Agriculture et Agri-Food Canada 

Canada 

Rôle de la matière organique

Influence sur de nombreuses propriétés physico-chimiques:

- **Formation et stabilisation des agrégats** (Tisdall et Oades, 1982)
- **Diminution de la densité apparente** (Soane, 1990)
- **Augmentation de la capacité d'échange cationique** (Riffaldi et al., 1994)

La fertilisation minérale augmente-t-elle la matière organique du sol?

- **Augmentation de la matière organique avec des rotations qui apportent d'importantes quantités de résidus de récolte** (Manna et al., 2006; Hati et al., 2007)
- **Qu'en est-il des rotations qui laissent peu de résidus?**

Les systèmes de culture qui laissent peu de résidus de récolte

Pomme de terre

Soja

Cultures horticoles

Maïs- ensilage

Céréale avec exportation de la paille



Hypothèse

Sous les systèmes laissant peu de résidus de récolte, la fertilisation minérale seule sans apport de source de carbone:

Risque de diminution de la matière organique

Risque de dégradation des propriétés du sol

Objectifs de l'étude

Évaluer les effets à long-terme des apports d'engrais minéraux (NPK) avec ou sans fumier sur:

- **Les rendements de maïs-ensilage en rotation avec les céréales**
- **Les quantités de N prélevées**
- **Les propriétés physico-chimiques du sol**

Site et dispositif

- Site de longue durée (depuis 1977) de l'IRDA, Saint-Lambert-de-Lauzon
- Rotation des cultures: maïs-ensilage-blé-orge
- Dispositif en split-plot
Fumier de bovin (0 et 20 t/ha) comme facteur principal
Fertilisation minérale (témoin, PK, NPK) comme facteur secondaire

Paramètres étudiés

- Dynamique du C et de N après 28 ans
- Proportions des macroagrégats
- Le diamètre moyen pondéré
- Évolution des macroéléments : P, K, Ca, Mg
- Niveaux de rendements et quantités de N prélevées par le maïs ensilage en 2005 et 2006

Dose d'engrais (depuis 1997)

Sans fumier

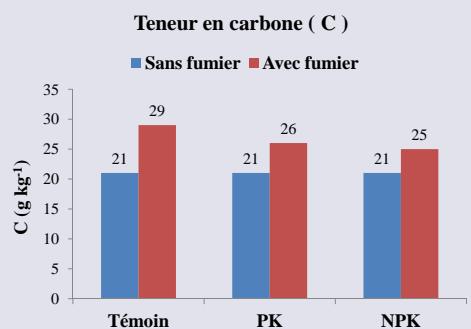
- 160 kg N ha⁻¹
- 120 kg K₂O ha⁻¹
- 60 P₂O₅ ha⁻¹

Avec fumier

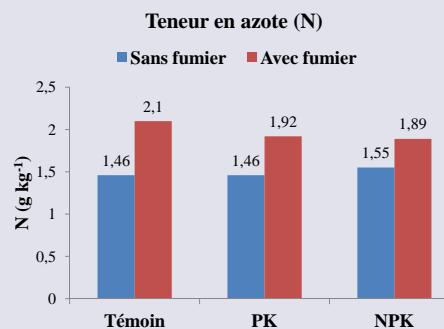
- 120 kg N ha⁻¹
- 60 kg ha⁻¹
- 40 kg P₂O₅ ha⁻¹

RÉSULTATS

Teneur en C et N

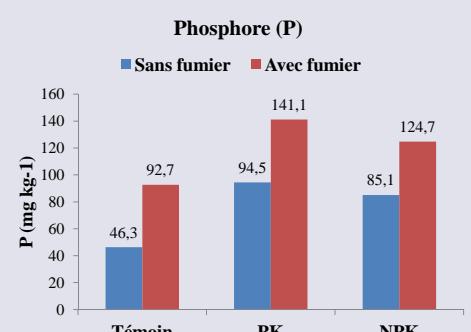


C initial en 1977: 29 g kg^{-1}
 Seul le témoin avec fumier a
 maintenu les niveaux de départ de C
 Le NPK sans fumier a connu une
 diminution de $0,25 \text{ g C/kg/année}$

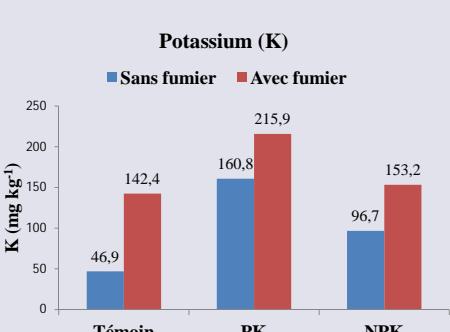


N initial en 1977: $2,2 \text{ g kg}^{-1}$
 Seul le témoin avec fumier a
 maintenu les valeurs élevées

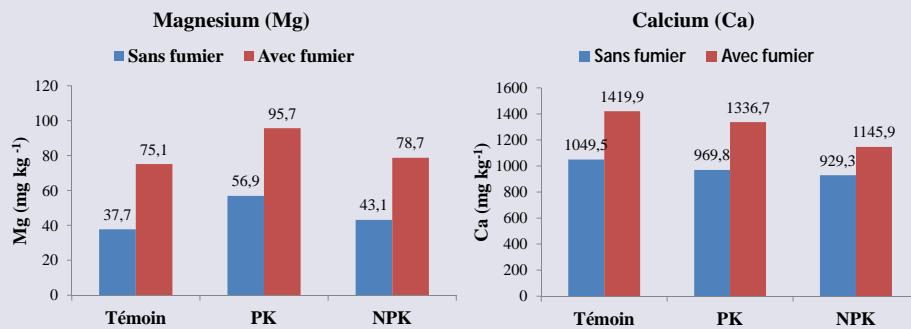
Teneur en P et K



- L'apport de fumier a augmenté les teneurs en P et K.
- Dans les parcelles avec ou sans fumier, l'apport d'engrais N (PK versus NPK) a diminué les teneurs en P et K.

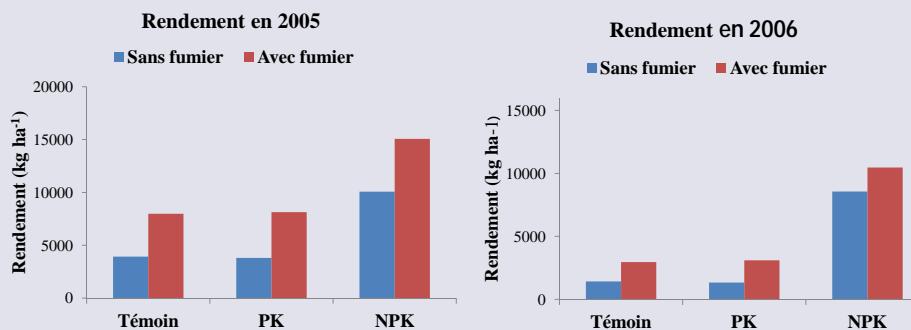


Teneur en Mg et Ca



- L'apport de fumier a augmenté les teneurs en Mg et Ca.
- Dans les parcelles avec ou sans fumier, l'apport d'engrais N (PK versus NPK) a diminué les teneurs en Mg et Ca.

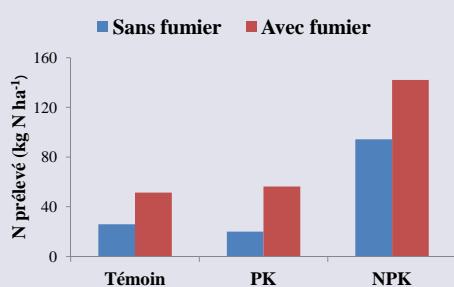
Rendement



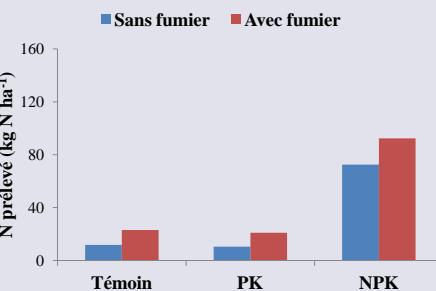
En 2005 et 2006: des rendements plus élevés avec le traitement NPK avec ou sans fumier

N prélevé

N prélevé en 2005



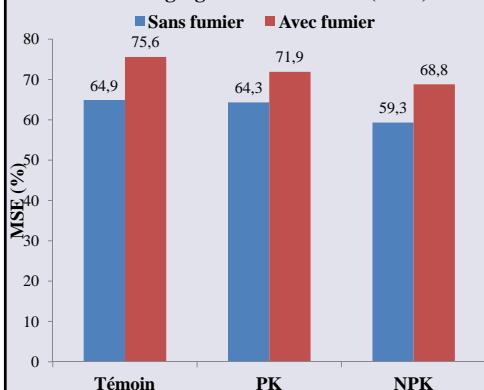
N prélevé en 2006



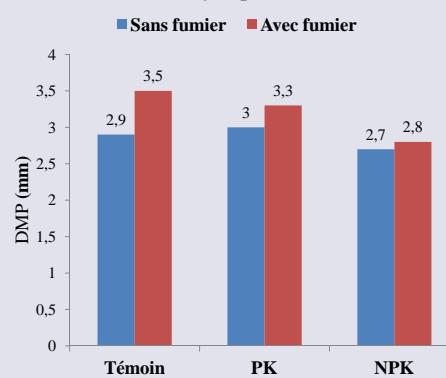
En 2005 et 2006: des quantités de N prélevées par le maïs-ensilage plus élevées avec le traitement NPK avec ou sans fumier

Macroagrégats stables à l'eau (MSE) et diamètre moyen pondéré (DMP)

Macroagrégats stables à l'eau (MSE)



Diamètre moyen pondéré (DMP)



Le fumier a augmenté la proportion des MSE et du DMP
Avec ou sans fumier, les valeurs du MSE ou du DMP: NPK<PK<Témoin

Conclusions

Dans les systèmes qui laissent peu de résidus de récolte

- La fertilisation minérale (**NPK**) seul ne pourrait pas maintenir à long terme la productivité des sols même s'il permet d'augmenter les rendements
- Une diminution de C, N, P, K, Mg, Ca, et d'agrégats stables à l'eau a été observée suite à l'apport prolongé d'engrais azoté sans fumier

Conclusions (suite)

- L'appauvrissement du sol en macroéléments et la dégradation des propriétés du sol est dû à l'interaction entre le labour fréquent, l'exportation de résidus et la fertilisation azotée
- Le fumier permet de maintenir la productivité des sols