



Test de nitrate qualitatif réalisé sur les tiges de maïs Est-ce que le maïs a reçu un surplus d'azote cette saison?

10 novembre 2023

Julie Breault, agronome, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Introduction

Plan d'agriculture durable – engagement des producteurs

- Fédérations de l'UPA (Lanaudière, Mauricie et Saguenay–Lac-Saint-Jean)
- Projet : Optimisation de la fertilisation azotée et des outils d'aide à la décision
 - Formation des conseillers en région
 - Réalisation d'une courte [vidéo](#)
 - Publication d'une [méthodologie](#)



Plan de la présentation

- Mise en contexte
- Objectifs du test
- Facteurs influençant la teneur de nitrate dans la tige
- Interprétation des résultats de coloration
- Pour aller plus loin
- Test qualitatif versus quantitatif

Mise en contexte



Test de nitrate dans la tige en fin de saison

- **Plant de maïs :**
 - Absorbe l'azote (N) disponible dans le sol sous forme de nitrate (NO_3^-)
 - Accumule le NO_3^- dans la tige et les feuilles selon la disponibilité dans le sol
 - Après la pollinisation : besoin en N pour le développement du grain
 - Durant le remplissage des grains :
 - Si le NO_3^- est insuffisant dans le sol, utilisation de la réserve emmagasinée dans la tige et les feuilles
 - S'il y a un surplus, accumulation dans le bas de la tige
- **Diphénylamine :** détection des nitrates par coloration bleue en présence d'acide sulfurique

Objectifs du test qualitatif



1. Identifier une absorption excessive d'azote (surfertilisation) pouvant entraîner des pertes économiques et des pertes d'azote dans l'environnement
2. Encourager l'optimisation de la gestion de la fertilisation azotée pour les prochaines saisons de culture
3. Détecter des niveaux de nitrate potentiellement dangereux pour les ruminants
 - Au besoin, faire analyser le fourrage par un laboratoire afin d'équilibrer la ration et d'éviter les risques d'intoxication au nitrate

Facteurs influençant la teneur de nitrate

Prudence dans ***l'interprétation des résultats***

La concentration de NO_3^- dans la tige peut être influencée par différents facteurs ou stress environnementaux qui limitent le développement du maïs ainsi que la disponibilité de N.

Exemples de facteurs influençant la $[\text{NO}_3^-]$

- Teneur excessive en azote du sol ou apport excessif d'azote provenant d'amendement organique ou de l'engrais minéral
- État structurel du sol
- Sol acide
- Carence en d'autres éléments essentiels
- Incidence importante de maladies, de dommages d'insectes, etc.

Facteurs influençant la teneur de nitrate



Exemples de facteurs influençant la $[NO_3^-]$ (suite)

- Conditions météo exceptionnelles : temps humide ou sec, température fraîche ou gel, grêle, réduction de l'ensoleillement due à un ennuagement prolongé
 - (NO_3^-) plus faible les années de fortes précipitations
 - perte N par dénitrification ou lessivage
 - (NO_3^-) plus élevée les années exceptionnellement sèches
 - perte N limitées

Interprétation des résultats

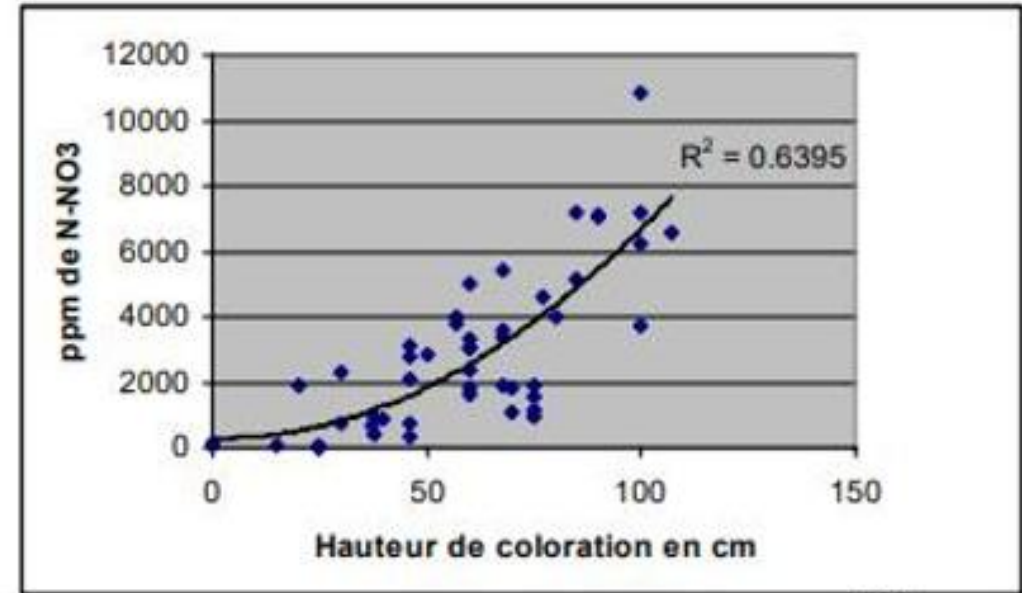
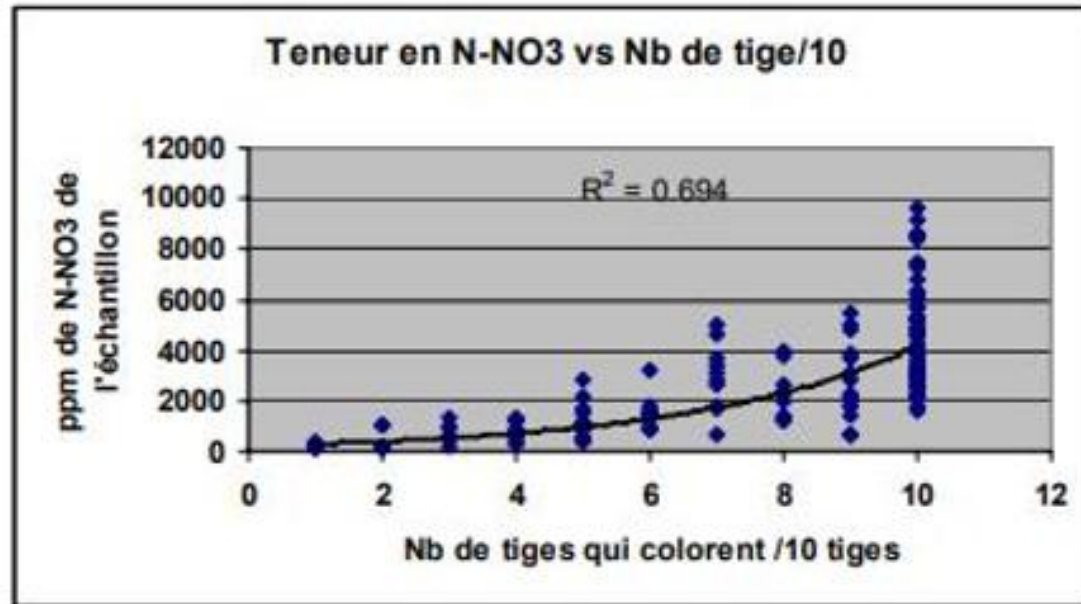


Observer* les résultats de coloration en notant :

- **L'intensité de la couleur** observée en **moins de 5 secondes**, exemple de cotes :
 - 0 : aucune coloration bleutée
 - 1 : une coloration bleu clair
 - 2 : une coloration bleu foncé
 - 3 : une coloration bleu-noir
- **La hauteur de la coloration** à partir de la **base**, par exemple :
 - 5 tiges sur 10 à une hauteur de 40 cm et 5 tiges sur 10 à une hauteur de 0 cm
 - 10 tiges sur 10 à une hauteur de 30 à 50 cm
- Au-dessus des 15 premiers cm, la présence de (NO_3^-) à la base de la tige peut indiquer une absorption de fin de saison et pas nécessairement un excès.

Interprétation des résultats

La couleur bleue indique une accumulation de nitrate



Source : Rivest, Roger. *Analyse des résultats du réseau d'essais sur l'azote réalisés dans le cadre du programme PAGES (2003-2005)*. [Fichier PDF], ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2006.

[https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/R2-Azote_mais-Rivest.pdf] (Consulté le 17 octobre 2022).

Interprétation des résultats

Une **faible coloration** ou **aucune coloration** ne signifie pas nécessairement que le **rendement** a été **limité** par une carence d'azote :

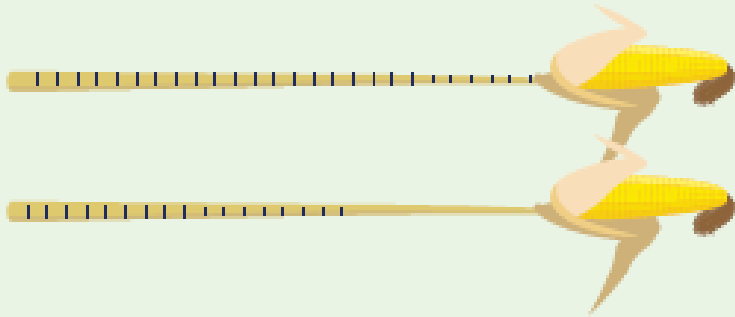
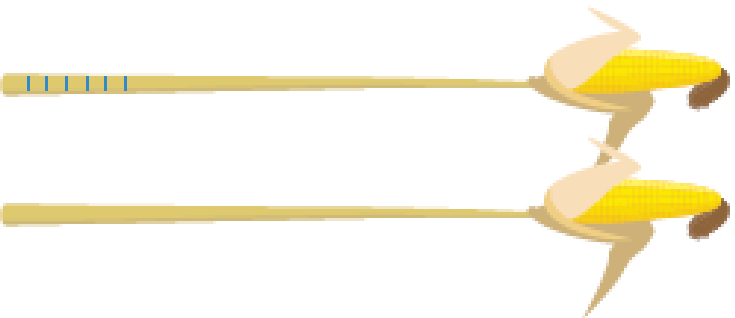
- Si le **rendement** est **bon**, la fertilisation était probablement adéquate
- Si le **rendement** est **faible**, deux explications sont possibles
 - La fertilisation a peut-être été inadéquate
 - La minéralisation et le déplacement de l'azote ou son absorption par les racines sont possiblement limités par des conditions défavorables comme la compaction, des dommages causés par les insectes (ex.: racines par des chrysomèles) ou la sécheresse

Une coloration le long de la paroi de la tige signifie une absorption faible, mais régulière et continue.

Une coloration aux nœuds seulement ou de façon irrégulière pourrait s'expliquer par une sécheresse.

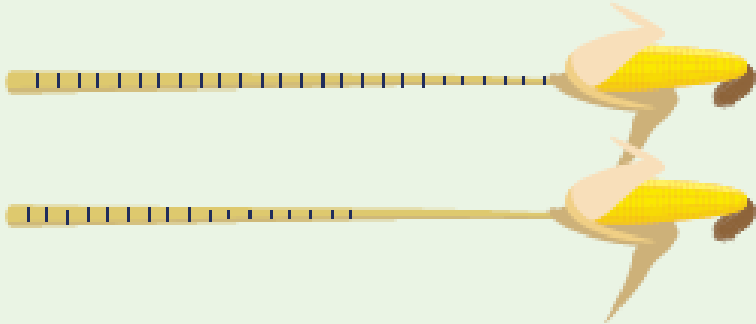
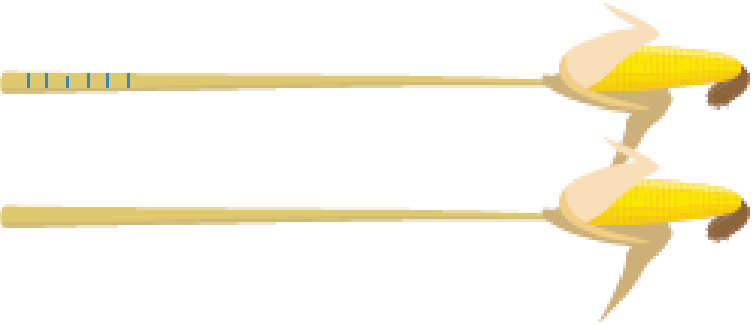
Interprétation des résultats

Exemple lorsque le rendement est bon

Coloration des tiges en moins de 5 secondes	Interprétation possible
Élevée 	• Surplus d'azote
Faible 	• Quantité adéquate d'azote • Peuplement très élevé

Interprétation des résultats

Exemple lorsque le rendement est faible

Coloration des tiges en moins de 5 secondes	Interprétation possible
Élevée 	▪ Peuplement faible ▪ Mauvaise synchronisation de la disponibilité de l'azote et du besoin du maïs
Faible 	▪ Manque d'azote ▪ Perte d'azote ▪ Enracinement limité ▪ Compaction du sol

Cas concret (2022)

Maïs-grain sur retour de prairie (luzerne)

- **Type de sol** : loam argileux
- **Fertilisation** :
 - Organique : lisier de bovins laitiers 2 x 4 000 gal/acre après la 3^e et la 4^e coupe
 - Minérale : 50 unités N à la volée au printemps
50 unités N au démarreur
- **Rendement** : très bon, selon le producteur
- **Résultats** : 8 tiges sur 10 | cote 3 sur plus de 50 cm
- **Interprétation** : Fertilisation minérale excessive
 - Considération contribution azotée de la prairie



Cas concret (2022)

Maïs-grain sur retour de soya

- **Type de sol** : loam argileux
- **Fertilisation** :
 - Organique : aucune
 - Minérale : 150 unités N totales
- **Rendement** : bon
- **Résultats** : 3 tiges sur 10 | cote 2 sur 15 cm et moins
- **Interprétation** : fertilisation minérale probablement adéquate
 - Validation via test quantitatif ou essai de dose dans l'avenir ?



Cas concret (2022)

Maïs-grain sur retour de soya

- **Type de sol** : loam argileux
- **Fertilisation** :
 - Organique : 20 tonnes/ha de fumier de bovins laitiers à l'automne précédent
 - Minérale : 150 unités N au total
- **Rendement** : très médiocre, selon le producteur
- **Résultats** : 10 tiges sur 10 | cote 3 sur plus 50 cm
- **Interprétation** : fertilisation minérale fort probablement adéquate
 - Problématique : structure compacte de sol limitant l'enracinement et possiblement la minéralisation du fumier

Pour aller plus loin

Test qualitatif NO_3^- (Colorimétrie/acide)

- Permet de diagnostiquer des excès de fertilisation azotée
- Ne permet pas de déterminer la dose économique optimale (DEO)

Quoi faire pour savoir si l'apport N est égal ou inférieur à la DEO?

- Test quantitatif des NO_3^- dans les tiges en fin de saison
- Essais structurés au champ de doses N

Test qualitatif versus quantitatif



Test qualitatif (colorimétrie/acide)

- Diagnostiquer des excès de fertilisation azotée

Test quantitatif (Nitracheck/laboratoire)

- Permet une interprétation plus précise

Tableau 5.3 Interprétation de l'analyse en laboratoire	
Teneur en nitrate	Interprétation
< 700 mg N-NO ₃ /kg	Possibilité d'un manque d'azote. Risque de perte de rendement ou de tiges faibles. Si le rendement est bon, la fertilisation était probablement adéquate.
700 à 2000 mg N-NO ₃ /kg	Teneur satisfaisante et tiges en santé.
> 2000 mg N-NO ₃ /kg	Tiges en santé, mais plus d'azote que nécessaire dans le sol (risque de lessivage).