

# Évaluer la quantité d'azote fournie par le sol pour optimiser la fertilisation

Par **ADRIEN N'DAYEGAMIYE** et **DANIEL POULIN**, agronomes, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

■ Optimiser la fertilisation azotée constitue un défi et un enjeu crucial pour les entreprises agricoles, puisque cet intrant représente une dépense considérable.

L'azote est un élément essentiel à la croissance des plantes. Une quantité suffisante d'azote doit être disponible aux cultures pour obtenir une bonne récolte. Par contre, un excès d'azote favorise les problèmes de verse, les retards de maturité, la dégradation de la qualité des récoltes et la pollution de l'eau souterraine par les nitrates.

Il en faut donc assez, mais pas trop, d'autant plus que l'azote coûte cher. Au Québec, environ 90 000 tonnes d'azote minéral sont utilisées annuellement dans les cultures de maïs, de pomme de terre et de céréales, soit une

dépense de plusieurs millions de dollars pour les entreprises agricoles.

La matière organique du sol est une importante source d'azote pour les cultures. En effet, le sol contient entre 3 000 kg et 8 000 kg d'azote par hectare. Chaque année, une partie de cet azote sera minéralisée et pourra être utilisée par les cultures. Une bonne gestion de l'azote consiste donc à établir des doses optimales d'engrais azoté en tenant compte de cet azote gratuit fourni par le sol.

La quantité d'azote que le sol procure aux cultures varie d'un champ à l'autre: entre 90 kg/ha et 210 kg/ha

selon les cas. Plusieurs facteurs influencent la capacité du sol à fournir de l'azote aux cultures, dont l'historique des apports de fumiers, la rotation des cultures incluant des légumineuses, l'état de la structure, la matière organique, le pH et le drainage. Les facteurs climatiques jouent également un rôle important dans cette variabilité. De plus, chaque culture a ses propres exigences en azote (quantité et moment appropriés).

Le défi est donc de prévoir avec précision la quantité d'azote que le sol fournira à la culture dans chaque champ. Un indicateur fiable de la fertilité azotée des sols serait très utile pour améliorer les recommandations de fertilisation. C'est d'ailleurs pour répondre à ce besoin que l'équipe de l'IRDA s'est associée à plusieurs collaborateurs des principales régions agricoles du Québec.

## AJUSTER LA FERTILISATION AZOTÉE DU MAÏS-GRAIN

Entre 2007 et 2008, des essais de réponse à l'azote du maïs-grain ont été conduits dans 62 sites, sur 14 types de sol et huit précédents culturaux. Ces sites étaient répartis dans sept régions agroclimatiques variant de 2 000 à 3 000 unités thermiques maïs, soit la Montérégie Est, la Montérégie Ouest, Lanaudière, le Centre-du-Québec, l'Estrie, Portneuf et Chaudière-Appalaches. Les apports d'engrais azotés (0, 50, 100, 150, 200 et 250 kg N/ha) et les mesures de rendement en maïs-grain ont permis de chiffrer la contribution azotée réelle du sol et de déterminer, par conséquent, les doses optimales (économiques) d'azote. En parallèle, 20 indicateurs de la fertilité azotée du sol et de la plante ont été étudiés afin de déterminer les plus performants pour prédire la fourniture du sol en azote et les doses d'azote optimales.



L'équipe technique de l'IRDA à la récolte du maïs lors des essais effectués à Sherrington, en Montérégie Ouest. De gauche à droite, en avant: Claire Fecteau et Anne Drapeau. En arrière: Keneth Dumont, Benoît Bolduc, Michel Noël, Michel Lemieux, Jean-Marie Noël et Alain Gonthier.

## RENDEMENTS ET DOSES D'AZOTE ÉCONOMIQUES

Les rendements économiques en maïs ont varié de 7 t/ha à 13 t/ha, en 2007 et de 5 t/ha à 11 t/ha, en 2008. Dans l'ensemble, le sol a été une source importante d'azote, fournissant entre 12 % et 75 % du prélèvement de la culture, selon les sites, soit une moyenne de 48 %.

Les doses économiques d'azote ont été très variables selon la richesse du sol. En effet, elles ont varié de 73 à 235 kg N/ha en 2007 et de 46 à 200 kg N/ha en 2008.

Dans six sites sur 62, la réponse du maïs à l'apport d'engrais a été faible ou nulle, car les sols contenaient une quantité élevée d'azote disponible à la culture. Dans ces cas, la culture a utilisé beaucoup plus l'azote du sol que celui de l'engrais.

Pour l'ensemble des sites, les doses économiques ont varié entre 46 et

175 kg N/ha dans 43 sites sur 62, soit dans 70 % des sites étudiés. Les doses économiques étaient inférieures à 100 kg N/ha dans la majorité de ces sites, ce qui montre que le sol a été une importante source d'azote pour la culture.

Des doses économiques pour produire des rendements élevés ont varié également entre 180 et 200 kg N/ha pour 11 sites et entre 200 et 250 kg N/ha pour deux sites. Ces sites étaient

### DOSES ÉCONOMIQUES VARIABLES

Pas de réponse à l'azote :  
6 sites sur 62

De 46 à 175 kg N/ha : 43 sites

De 180 à 200 kg N/ha : 11 sites

De 200 à 250 kg N/ha : 2 sites

principalement situés en Montérégie Ouest et en Montérégie Est, et comportaient des unités thermiques favorables à la croissance du maïs ainsi qu'une réponse élevée à la fertilisation azotée.

## LES MEILLEURS INDICATEURS

Les indicateurs ayant prédit les doses économiques avec le plus de précision ont été la teneur en azote du sol extrait à l'eau froide, les nitrates du sol en postlevée (stade de 5 à 6 feuilles du maïs) extraits avec KCl (méthode d'extraction de nitrates du sol avec la solution KCl), les nitrates du sol en postlevée avec Nitracheck (kit d'extraction de nitrates du sol), ainsi que les nitrates dans les plants de maïs au même stade. Parmi ces indicateurs, le Nitracheck en postlevée semble le plus pertinent, étant le plus pratique dans un contexte opérationnel à la ferme. Les teneurs en azote extrait à l'eau froide sont reliées



à la matière organique labile (active ou nouvelle, facilement minéralisable). Quant aux nitrates en postlevée dans le sol ou la plante, ils reflètent à la fois le stock d'azote facilement minéralisable et la capacité du sol à minéraliser cet azote pour le rendre disponible à la culture au cours de la saison. Les tests de nitrates en postlevée intègrent aussi l'effet des conditions climatiques printanières. Pendant les deux années d'essais, les nitrates en présemis ont d'ailleurs été moins précis qu'en postlevée, à cause des abondantes précipitations du printemps 2008 qui ont probablement conduit au lessivage des nitrates.

Par le choix de bonnes pratiques de gestion des cultures (apports réguliers de fumier, prairies, meilleures rotations incluant des légumineuses, meilleur travail du sol, etc.), il est possible de maintenir ou d'accroître cette matière organique labile du sol et, par conséquent, l'azote minéralisable que le sol pourra fournir aux cultures au cours de la saison de croissance.

Autant en 2007 qu'en 2008, les analyses de corrélations ont indiqué que les doses économiques d'engrais azotés pour le maïs étaient inversement reliées aux teneurs du sol en nitrates extraits en postlevée avec KCl ou Nitracheck. Ces résultats démontrent qu'il y a lieu de diminuer les doses d'engrais azotés proportionnellement aux augmentations de nitrates dans les sols.

### SEUILS CRITIQUES

Le seuil critique est le niveau de nitrates à partir duquel il ne serait plus nécessaire d'apporter d'engrais azoté en postlevée. Au stade de 5 à 6 feuilles du maïs, les seuils critiques étaient de 26,6 et de 63,8 mg NO<sub>3</sub>/kg de sol (Nitracheck), en 2007 et 2008 respectivement. Comme pour les rendements et les doses économiques, les seuils critiques ont été différents en 2007 et 2008, étant très influencés par les conditions climatiques. Il ressort que d'autres études sont encore nécessaires pour ajuster les seuils critiques aux variations climatiques.

### UTILISER LES TESTS DE NITRATES

Les doses d'engrais azotés devraient être spécifiques pour chaque zone climatique et pour chaque champ, en tenant compte des crédits d'azote fournis par le sol. Plusieurs producteurs gagneraient beaucoup à utiliser les tests de nitrates pour prédire la fourniture d'azote du sol et, avec l'aide de leur conseiller, à ajuster leur fertilisation en conséquence.

### LES COLLABORATEURS

Adrien N'Dayegamiye, Marcel Giroux, Marc-Olivier Gasser, Christine Landry et Simon P. Guertin, chercheurs de l'IRDA; Gilles Tremblay, chercheur du CEROM; Jules Blanchette, Jean Cantin, Huguette Martel, Denis Ruel, Éric Thibault, conseillers du MAPAQ et des clubs agroenvironnementaux; Anne Drapeau, Michel Lemieux, Danièle Pagé, Équipe technique de l'IRDA. ■

