

AMPLITUDE DE LA DOSE OPTIMALE D'AZOTE AU SEIN D'UNE PARCELLE CONSÉQUENCES SUR LA MODULATION INTRA- PARCELLAIRE

Bruel. V, Bertin. E, Darbin. T



Contexte

L'optimisation de la fertilisation azotée sur blé revêt une importance toute particulière dans le contexte actuel de transition agroécologique de l'agriculture.

"Produire plus et mieux avec moins" devient un objectif primordial pour les agriculteurs. Pour pouvoir atteindre cet objectif, il convient de maximiser l'efficacité des systèmes culturaux et des intrants apportés.

Il existe une loi générale, qui établit que pour faire mieux avec moins, il faut segmenter et répondre plus précisément à chaque segment, en arrêtant de faire du tout-venant. L'agronomie de précision et son corolaire, l'agroécologie de précision (DUFF et al., 2021) - se fondent sur cette réalité. Elle consiste à découper les parcelles, en plusieurs « petites zones homogènes » qui sont cultivées spécifiquement et non de façon uniforme ou standardisée.

En France, les parcelles agricoles sont fréquemment hétérogènes (type de sol, historique parcellaire, etc.). Cette hétérogénéité explique le fait que la dose optimale d'azote peut varier d'un point à l'autre d'une même parcelle, même sur une courte distance (MAMO et al, 2003 ; KINDRED and SYLVESTER-BRADLEY, 2014 ; MORRIS et al., 2018).

Dispositif expérimental et traitement des données

Pour caractériser l'amplitude de la dose d'azote optimale du blé tendre d'hiver au sein d'une même parcelle et étudier son déterminisme, 27 dispositifs expérimentaux ont été conduits sur 7 campagnes agricoles à la climatologie différente (2015, et de 2018 à 2023) dans plusieurs régions françaises (l'Est, le Nord-Ouest, la Côte Atlantique et la Bretagne). Pour chaque dispositif, une cartographie des types de sol a été établie en associant mesures de conductivité électromagnétique déterminées à l'humidité à la capacité au champ (HCC) et observations détaillées de profils de sol (BRUEL et DARBIN, 2021). Cette cartographie a permis de positionner sur chaque dispositif, deux essais petites parcelles à répétitions dans deux zones de réserve utile d'eau distinctes. Dans notre dispositif, la réserve utile est la variable caractérisant le potentiel de production (delta de réserve utile entre les deux potentiels pouvant aller de 30 à 220mm/m). Les essais comparent l'effet de 9 doses d'azote croissantes (de 0 à 320 u de N) sur la production de la culture (rendement et teneur en protéines) et établissent pour chaque zone la courbe de réponse à la dose d'azote. La dose optimale a été ensuite déterminée en fonction d'hypothèses de prix de vente du blé et du prix d'achat de l'azote (qui ont fortement fluctué pendant la période de l'étude). Les données ont été normalisées pour une analyse de l'ensemble des essais. Les méthodes de régression linéaire de type polynomiale ou loess ont été utilisées pour la modélisation de la courbe de réponse du rendement en fonction de la dose d'azote apportée. Les variables et leurs réponses ont été traitées par analyses multifactorielles (ACP, ACM) et statistiques (ANOVAR, Chi2). Les données météorologiques proviennent du site Agri4Cast.

Résultats

L'analyse des trois courbes de réponse obtenues dans chaque zone de la même parcelle révèle :

(i) : L'optimum économique (pour un prix d'azote représentant 5,2 % de celui du quintal de blé) est très variable selon les situations et varie de 90 à plus de 320 u d'azote (coefficient de variation de 33%) ; En parallèle, les rendements obtenus à la dose optimale varient de 60 à 135 qtx (coefficient de variation de 21%) et la teneur en protéines des grains de 10.3 % à 13.8 %.

(ii) : l'amplitude de dose optimale constatée à posteriori entre les deux zones mises en comparaison (pour un ratio prix d'azote sur prix du blé de 5,3 %) est de 0 à 130 u (moyenne de 44 u ; coefficient variation 83%) ; l'écart de rendement à la dose optimale entre les deux zones varie entre 0 et 39 qtx (moyenne 15 q ; coefficient de variation de 107%)

(iii) : les écarts de doses optimales entre faible et forte RU s'inversent selon les contextes climatiques et notamment la pluviométrie de printemps (X_2 : p value de 0.04 pour les années 2015/2018 et 2020 à 2023). La dose optimale d'azote est plus élevée en sol à forte RU sur les campagnes 2020 (Est) et 2022, caractérisées par des printemps plutôt secs (42% des essais). En 2018, 2020 (côte ouest) et 2021, la dose optimale en faible RU est plus importante (31%) ou très proche (27 %) de la RU élevée, ces années sont caractérisées par des printemps humides. En 2019, la pluviométrie printanière variable d'une grande région à l'autre ne permet pas de caractériser la réponse de la dose optimale d'azote en forte et faible RU. Selon les situations d'essais, les réserves utiles les plus faibles ont permis de compenser le déficit hydrique s'il y a eu.

(iiii) : Selon les scénarios économiques utilisés, les doses optimales peuvent fortement varier pour un même essai et une même situation pédologique (jusqu'à 80 uN/ha en RU élevée et 50 uN en RU faible). La sensibilité aux prix des optimums économiques est liée à l'efficacité de l'azote apporté. L'ajustement de la dose optimale a un impact sur le rendement produit et également sur la qualité (teneur en protéine).

(iiiii) : l'efficacité de l'azote apporté (gain de rendement par unité d'azote apportée) varie de 0,07 à 0,47 (moyenne de 0,137 ; coefficient de variation de 73%)

Conclusion

Ainsi la détermination de la dose optimale d'azote par zone doit intégrer des données agronomiques (niveau de la RU, modulation des objectifs de rendement, fourniture d'azote initiale dans le sol), mais aussi météorologiques avec la prévision des pluviométries de printemps et économiques (prix de marché des intrants et des cultures de vente).

Bibliographie

- BRUEL V. et DARBIN T. (2021) : Modélisation et spatialisation des reliquats d'azote minéral sortie d'hiver : Intérêt pour la modulation intra-parcellaire de la fertilisation azotée. 15^e rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse, 24 et 25 novembre 2021, Polydome de Clermont-Ferrand, France.
- DUFF H. et al. (2021): Precision Agroecology. Sustainability, 14(1), 106, 18 p.
- KINDRED D. and SYLVESTER-BRADLEY R. (2014): Using Precision Farming technologies to improve nitrogen management and empower on-farm. Conference paper: Crop production in Southern Britain, Precision decisions for profitable cropping. Aspects of Applied Biology, November 2014.
- MAMO M. and al. (2003): Spatial and temporal variation in economically optimum nitrogen rate for corn. Agron. J. (95) p 958–964.
- MORRIS T. et al. (2018): Strengths and Limitations of Nitrogen Rate Recommendations for Corn and Opportunities for Improvement. Agron. J. (110 p) p 1-37.