

Le pilotage intégral de l'azote avec le modèle de culture CHN sur blé : contextualisation des trajectoires d'INN

Auteurs : B. Soenen⁽¹⁾, C. Delpech⁽¹⁾, F. Degan⁽²⁾, B. Piquemal⁽²⁾, B. De Solan⁽³⁾, M. Bonnefoy⁽⁴⁾

⁽¹⁾ ARVALIS – Institut du végétal, Baziège (31), b.soenen@arvalis.fr

⁽²⁾ ARVALIS – Institut du végétal, Boigneville (91)

⁽³⁾ ARVALIS – Institut du végétal, Avignon (84)

⁽⁴⁾ ARVALIS – Institut du végétal, Ouzouer-le-Marché (41)

Le pilotage de la fertilisation azotée est un enjeu majeur pour les producteurs de blé, car cet élément nutritif représente le premier facteur de production, avec l'eau dans le Sud de la France. Ajuster la dose d'azote au plus près des besoins de la culture permet :

- d'exprimer le potentiel de la culture quand le contexte est favorable,
- d'assurer la qualité requise par l'aval (11.5% de protéines pour le blé tendre et 14% de protéines le blé dur),
- mais également de limiter le recours aux intrants azotés par une meilleure efficacité des apports réalisés,
- et par voie de conséquence de préserver l'environnement (limitation des pertes d'azote dans les eaux et dans l'air) et d'optimiser la marge économique.

Le raisonnement de la fertilisation azotée, basé aujourd'hui sur le calcul d'une dose prévisionnelle recalée en cours de campagne par un outil de pilotage, est retravaillé afin de dépasser les limites auxquelles il fait face. Ces travaux consistent à construire des outils permettant de suivre en temps réel l'état de nutrition azotée du blé (INN) et ainsi de déclencher des apports selon des trajectoires d'INN « idéales » prédéfinies. On parle alors de pilotage « intégral » de la fertilisation azotée, car tous les apports sont pilotés selon un indicateur plante (contrairement aux outils actuels, où seul le dernier apport est piloté).

C'est dans ce cadre qu'ARVALIS – Institut du Végétal a évalué la faisabilité d'utiliser son modèle de culture CHN pour suivre en continu le statut azoté des céréales, en vue de l'intégrer dans des outils de pilotage de l'azote (cf. présentation orale au Rencontres COMIFER GEMAS 2017).

Ces travaux reposent sur un réseau d'expérimentations au champ, initié par ARVALIS – Institut du Végétal dès 2016 sur blé tendre et blé dur, puis ouvert à de nombreux partenaires à partir de 2017. Ce partenariat ambitieux (plus de quarante partenaires : chambres d'agriculture, coopératives, négoce et CETA) a permis de mettre en place un réseau expérimental d'ampleur (près de deux cents essais sur quatre campagnes), couvrant une grande diversité de contextes pédoclimatiques français et permettant de poursuivre trois objectifs :

- 1) contextualisation des trajectoires d'INN minimum, à partir des essais récoltés entre 2017 et 2019 : prise en compte de l'effet variété pour l'objectif de teneur en protéines et prise en compte du potentiel de la parcelle (milieu pédoclimatique);
- 2) mise en œuvre de l'assimilation de données issues de capteurs plante, dans le but de rendre la prévision de l'INN plus robuste ;
- 3) évaluation des performances agronomiques d'un prototype opérationnel prévue sur la campagne 2019-2020.

Toutes les variétés n'ont pas la même capacité à concentrer la protéine dans les grains lors du remplissage. Il convient donc d'adapter les trajectoires d'INN en fin de cycle en fonction de la variété. Les travaux récents sur la révision des besoins unitaires du blé, pour tenir compte de cet enjeu (cf. présentation orale au Rencontres COMIFER GEMAS 2017), peuvent ainsi être mobilisés dans cette étude, en indexant l'INN objectif à floraison sur le bc (besoin complémentaire pour atteindre la teneur en protéines optimale) de la variété. Les premières années d'expérimentation ont également montré que la trajectoire d'INN minimum devait aussi être adaptée au potentiel du milieu. Par exemple, dans les milieux profonds avec une fin de cycle favorable, une carence précoce trop marquée limitera fortement le nombre d'épis et sera préjudiciable pour le rendement.

Depuis 2018, des tests de couplage du modèle de culture CHN avec des données issues de capteurs plante (essentiellement via la télédétection) ont été menés sur les dispositifs des DigiFermes. Un filtre de Kalman est utilisé pour réaliser cette assimilation de données et permet un gain de performance d'estimation de l'INN, à condition d'assimiler à la fois de la surface foliaire (LAI) et de la teneur en chlorophylle (Cab).

Afin d'évaluer les performances de cette approche, un prototype opérationnel a été développé et sera mis en œuvre sur blé sur la campagne 2019-2020. Ce prototype reprend les trajectoires d'INN contextualisées (adaptation de l'INN minimum en fonction de la variété et du contexte pédoclimatique), ainsi qu'un module de détermination des fenêtres climatiques favorables (météo fréquentielle et prévisions) pour réaliser un apport d'azote. A chaque période favorable, une dose d'azote est ainsi déterminée pour pouvoir atteindre la prochaine période favorable sans franchir l'INN minimum, adapté au contexte de chaque parcelle.

Ce projet met en œuvre une nouvelle façon de raisonner la fertilisation azotée, en s'affranchissant du calcul d'une dose prévisionnelle basée sur un objectif de rendement via la méthode des bilans (cadre de raisonnement actuel) et en favorisant une approche dynamique basée sur l'évaluation des besoins de la plante en continu. Ainsi c'est l'une des premières valorisations des modèles de culture dans des outils opérationnels à destination des agriculteurs.



Baptiste SOENEN (Arvalis - Institut du Végétal)
Chef du service Agronomie Economie Environnement

Ingénieur agronome à Arvalis - Institut du Végétal depuis 2010, après avoir été diplômé de Bordeaux Sciences Agro. Agronome spécialisé en fertilisation et gestion quantitative de l'eau, avant de prendre la responsabilité du pôle Agronomie de l'institut puis aujourd'hui du service Agronomie Economie Environnement.