HAL
open science

Fertilisation azotée du blé : Raisonner sans objectif de rendement?

Baptiste Soenen, Jean-Pierre Cohan, Marie-Helene Jeuffroy, Jean-Marc Meynard, Clémence Ravier

To cite this version:

Baptiste Soenen, Jean-Pierre Cohan, Marie-Helene Jeuffroy, Jean-Marc Meynard, Clémence Ravier. Fertilisation azotée du blé : Raisonner sans objectif de rendement?. Perspectives Agricoles, 2017, 445, pp.40-43. hal-02625116

HAL Id: hal-02625116

https://hal.inrae.fr/hal-02625116v1

Submitted on 26 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

FERTILISATION AZOTÉE DU BLÉ

RAISONNER sans objectif de rendement

Depuis plus de 40 ans, le pilotage de la fertilisation azotée des céréales est basé sur le calcul d'une dose totale prévisionnelle par la méthode du bilan, mais sa mise en œuvre est difficile. Un travail de thèse, co-financé et co-encadré par Arvalis et l'INRA, a permis de concevoir une nouvelle approche de la fertilisation azotée du blé.

Avec la nouvelle méthode, la dose apportée comme les pertes d'azote diminuent nettement sans baisse significative du rendement (résultats obtenus par simulation avec Azodyn).

La fertilisation azotée du blé doit répondre à trois enjeux majeurs : assurer le rendement économiquement optimum, maximiser les chances d'obtenir les teneurs en protéines des grains exigées par la filière et réduire aux minimum les pertes vers l'environnement (sous forme gazeuse ou sous forme de lixiviation de nitrate vers les eaux). Son raisonnement s'appuie sur le calcul d'une dose totale prévisionnelle éventuellement ajustée, en cours de campagne, par l'utilisation d'un outil de pilotage. Cette approche, fondée sur des bases scientifiques solides, a permis des progrès certains.

Toutefois elle est confrontée à des difficultés lors de sa mise en œuvre, qui appellent à explorer d'autres voies de raisonnement. Tel est l'objectif de cette étude qui entend répondre à ces enjeux parfois contradictoires, en valorisant au mieux les connaissances disponibles, tout en accordant une grande attention à sa pertinence pour les utilisateurs.

La méthode du bilan difficile à mettre en œuvre

Pour commencer, un « diagnostic des usages » de la méthode du bilan a été réalisé afin d'identifier les difficultés rencontrées lors de sa mise en œuvre. Cette étape a été réalisée sur la base d'enquêtes auprès des utilisateurs du bilan de cinq régions, et de l'analyse des rapports des GREN (Groupes Régionaux d'Expertise Nitrates) chargés d'harmoniser les référentiels de mise en œuvre de la méthode du bilan à l'échelle régionale pour le cinquième programme d'action de la Directive Nitrates.

La première difficulté porte sur la fixation de l'objectif de rendement, qui conditionne fortement la dose totale d'azote apportée. Malgré la règle de calcul introduite par la réglementation, la définition de l'objectif de rendement est sujette à une controverse entre ceux pour qui il s'agit d'un rendement espéré, car déjà obtenu sur l'exploitation, et ceux pour qui il s'agit d'une moyenne fréquemment atteignable.

Vient ensuite l'estimation du reliquat d'azote minéral à la sortie hiver, *via* l'analyse de terre, qui pose des problèmes d'échantillonnage dans la parcelle, d'interprétation et d'extrapolation entre parcelles. Par ailleurs, les conseils actuels ne prennent que faiblement en compte les conditions climatiques

50 kg/ha de pertes d'azote sont évitées chaque année avec la nouvelle méthode, d'après les simulations sur 20 ans.

favorables à la maximisation de l'efficacité d'utilisation des engrais. Enfin, la méthode est difficile à adapter aux particularités de l'année, les outils de pilotage ne suffisant pas toujours.
Ce diagnostic a ainsi précisé les attentes pour une nouvelle méthode de raisonnement de la fertilisation azotée : une méthode fonctionnant sans objectif de rendement, si possible sans mesure du reliquat en sortie hiver, et qui intègre la prise en compte du risque climatique.

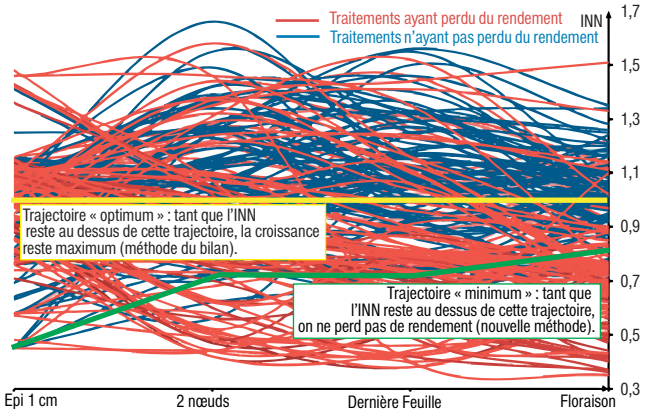
Un processus de conception innovant

Des ateliers de conception participatifs, composés de scientifiques et d'acteurs du développement agricole, ont exploré une nouvelle approche du raisonnement de la fertilisation azotée valorisant des connaissances jusqu'ici absentes de la méthode des bilans. Cette nouvelle approche repose sur le suivi, tout au long de la période comprise entre la sortie de l'hiver et le stade gonflement, de l'indice de nutrition azotée de la culture ou INN *(encadré)*, pour identifier les états de nutrition de la culture qui justifieront un apport d'engrais, sous réserve que les conditions de sa valorisation soient optimales.
Des travaux passés avaient montré qu'une culture de blé peut tolérer certaines périodes de carence azotée sans perte de rendement. À partir d'une large base d'essais azote issus d'Arvalis et de l'Inra, une trajectoire d'INN minimum a été identifiée : si l'INN de la culture reste au-dessus de cette trajectoire minimum, aucune perte de rendement n'est observée sur la culture *(figure 1)*. La trajectoire minimum ainsi calculée tolère de fortes carences azotées précoces, puis remonte en fin de cycle. Cette trajectoire favorise des apports plus tardifs qui accroissent l'efficience d'utilisation de l'engrais apporté, celle-ci étant notamment liée à la vitesse de croissance de la culture au moment de l'apport.

Une nouvelle méthode en quatre étapes

La méthode de fertilisation azotée mise au point *(figure 2)* débute par l'identification des périodes caractérisées par des conditions climatiques favorables à une bonne efficacité des apports azotés, c'est-à-dire quand le sol est suffisamment humide, ou qu'une pluie suffisante (supérieure à 10 mm) est annoncée dans les trois jours, quand il fait doux et qu'aucun apport d'engrais n'a été réalisé dans les 15 jours précédents.
À chacune de ces périodes, on estime l'indice de nutrition azotée (INN) de la culture, *via* l'utilisation d'un capteur de type chlorophylle-mètre, par exemple, mais d'autres outils sont utilisables.
La valeur de l'INN est alors comparée à la trajectoire d'INN minimum : si l'INN estimé est supérieur à cette trajectoire et ne risque pas, d'après une analyse fréquentielle du climat, de franchir celle-ci avant la prochaine date de conditions favorables, aucun apport d'engrais n'est alors recommandé. Si la valeur de l'INN est proche de la trajectoire

TRAJECTOIRE DE NUTRITION AZOTÉE : des carences azotées précoces sont possibles sans perte de rendement



209 traitements issus d'essais Azote (5 sites -9 années). Mesures de l'INN à Epi 1 cm, 2 nœuds, Dernière feuille, Floraison.

Figure 1 : Détermination d'une trajectoire d'indice de nutrition azotée minimum. Elle correspond à la trajectoire la plus basse minimisant la perte de rendement.

APPORTS D'AZOTE : seulement si l'INN est susceptible de passer sous la trajectoire minimum et si les conditions sont favorables

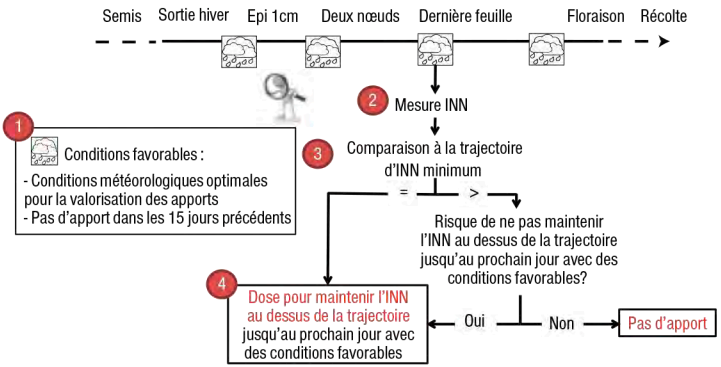


Figure 2 : Étapes de la nouvelle méthode de fertilisation azotée pour décider de la date et des doses d'apport, basée sur une trajectoire de nutrition azotée minimum.

minimale et qu'elle risque de franchir ce seuil avant le retour de conditions favorables, alors un apport d'azote est recommandé.

La dose à apporter peut être fournie par des abaques mis au point pour les conditions de sol et de climat de la région, et adaptée selon le précédent cultural. Elle doit permettre de maintenir l'INN au-dessus de la trajectoire minimum jusqu'à la prochaine période de conditions favorables à la valorisation de l'engrais, où il faudra alors recommencer l'estimation de l'INN.

La comparaison de cette nouvelle méthode avec la méthode du bilan, par simulation avec Azodyn dans une situation agricole sur 20 années climatiques, a montré des résultats encourageants. La dose totale d'azote apporté a été réduite, en moyenne, de 70 kg N/ha sur les 20 années testées, sans baisse significative du rendement. Les pertes azotées ont été réduites de 50 kg N/ha (passant de 55 kg N/ha/an pour la méthode du bilan à 5 kg N/ha avec la nouvelle méthode). Le seuil de teneur en protéines exigé a été atteint pour 70 % des années, contre 50 % avec la méthode du bilan. La date du premier apport, plus variable entre années pour s'adapter aux conditions climatiques, est retardée de 25 à 70 jours par rapport aux dates habituelles.

Un premier test au champ

Un prototype de cette nouvelle approche a été mis au point et testé par deux groupes d'agriculteurs, dans deux régions différentes (Eure et

L'INN, un indicateur de choix

L'indice de nutrition azotée (INN) est l'indicateur le plus performant pour caractériser la nutrition azotée des céréales, et en particulier leur niveau de carence. L'INN correspond au rapport entre la teneur en azote total des parties aériennes et la teneur critique en azote total, déterminée à partir de la biomasse des parties aériennes. Cette teneur critique en azote correspond à la teneur minimale en azote nécessaire pour maximiser la croissance en matière sèche de la plante. Il existe ainsi une courbe de référence permettant de définir la teneur critique en azote en fonction du niveau de croissance du blé.

Deux-Sèvres) en 2016. Pour le test, l'estimation de l'INN du blé a été réalisée à l'aide d'une pince Yara N-Tester ; les abaques (dose à apporter en fonction de la valeur d'INN de la culture et du stade) ont été construits avec le modèle Azodyn, développé par l'Inra. Les agriculteurs ont testé la méthode sur une bande de blé, alors que le reste de leur parcelle était conduite avec la méthode du bilan. Leurs retours d'expérience sont très positifs.

Les utilisateurs ont particulièrement apprécié l'aspect dynamique et didactique de l'approche : le suivi de l'INN permet non seulement de disposer d'un critère pour déclencher l'apport, mais permet également de comprendre la dynamique des fournitures d'azote et d'absorption de la culture. C'est un outil rassurant, qui favorise l'apprentissage de la méthode.

Les performances de cette nouvelle méthode seront évaluées à grande échelle dans des expérimentations au champ à partir de la campagne 2017-2018. Même si certains points techniques restent à travailler, l'intégration de cette nouvelle méthode dans des outils opérationnels est en cours de réflexion. Côté Arvalis, la méthode mise au point comprend un suivi de l'INN en temps réel par modélisation, via le modèle de culture CHN[1] pouvant être corrigé par des mesures sol/plante. La dose est calculée en faisant tourner la simulation avec le climat des 20 dernières années, puis en prenant la médiane des résultats. Côté Inra, on cherche à développer les capacités d'apprentissage des agriculteurs, en privilégiant leur autonomie. Avant de pouvoir utiliser cette nouvelle approche, il faudra s'assurer de sa conformité avec la réglementation en vigueur.

(1) Un article complet sur le modèle CHN paraîtra en juillet dans Perspectives Agricoles.

Baptiste Soenen - b.soenen@arvalis.fr
Jean-Pierre Cohan
ARVALIS Institut du végétal
Marie-Hélène Jeuffroy - marie-helene.jeuffroy@inra.fr
Jean-Marc Meynard, Clémence Ravier
INRA Grignon