

CONCEPTION D'UNE METHODE INNOVANTE DE FERTILISATION AZOTEE DU COLZA BASEE SUR LE PILOTAGE INTEGRAL

Emile Lerebour, Luc Champolivier et Sébastien Gervois Terres Inovia, Raphaël Paut, Marie-Hélène Jeuffroy, Ronans Trepos et Eric Casellas INRAE, Christelle Gée Institut Agro Dijon

Le pilotage intégral de la fertilisation est le concept à la base d'Appi-N, une nouvelle méthode de fertilisation azotée du blé, qui a été mise au point par Clémence Ravier dans le cadre de sa thèse à l'UMR Agronomie, en partenariat avec Arvalis – Institut du végétal. Le constat initial réalisé au début de la thèse (Ravier et al., 2016) repose sur 3 éléments principaux :

- Les pertes d'azote générées par la fertilisation azotée du blé doivent être réduites (Erisman et al., 2013).
- La méthode du bilan, initialement créée pour adapter les apports aux besoins de la plante, ne permet pas suffisamment de limiter ces pertes.
- Les limites de la méthode du bilan viennent essentiellement de son usage (objectif de rendement ; reliquat sortie d'hiver) et de son fonctionnement (prédictive et statique).

Ainsi la méthode Appi-N, ne se base plus sur un objectif de rendement a priori et une mesure du reliquat sortie d'hiver, mais sur un suivi dynamique du statut de nutrition azotée de la plante, de la sortie d'hiver jusqu'à la floraison. Les apports sont déclenchés lorsque les conditions climatiques (pluie à venir dans les 3 jours ou sol humide) et de nutrition de la culture (risque d'entrée en carences en azote préjudiciable pour le rendement) sont favorables. L'objectif final étant de réduire les apports d'azote sans impacter le rendement.

La méthode se base notamment sur des connaissances scientifiques qui montrent que le blé peut tolérer des carences en azote précoces sans que ce soit préjudiciable pour le rendement. Cette particularité amène la méthode à retarder la date du premier apport, ce qui améliore l'efficacité de l'engrais, l'azote étant mieux valorisé lorsqu'il est apporté en période de forte croissance de la culture (Limaux et al., 1999). L'utilisation de la méthode Appi-N permet en effet de réduire de 25 uN en moyenne la dose totale apportée au printemps sur blé, sans perte de rendement ni de taux de protéines (Paut et al., 2024).

Sur colza, le constat initial est le même que sur blé (doses totales apportées élevées, apports précoces et mal valorisés, problèmes dans l'usage de la méthode du bilan). Terres Inovia en partenariat avec l'INRAE (UMR Agronomie, UMR Agroécologie, UR MIAT), a donc débuté la création d'une nouvelle méthode de fertilisation azotée du colza basée sur le pilotage intégral.

3 tâches principales sont en cours et permettront d'aboutir à cette future méthode :

- Choix d'un outil d'estimation du statut de nutrition azotée du colza.
- Identification d'une trajectoire seuil de nutrition azotée.
- Proposition de conseils de fertilisation et règles de décisions.

L'ensemble des résultats présentés reposent sur l'exploitation de données issues d'essais Terres Inovia menés entre 2016 et 2025 (40 essais exploitables).

La première tâche consiste à permettre à l'agriculteur de suivre en temps réel le statut de nutrition azotée du colza. La pince chlorophylle-mètre (SPAD ou Ntester) a été testée (outil actuellement utilisé sur blé dans la méthode Appi-N) ainsi que différentes méthodes d'analyses d'images (photos smartphone, photos drone, indice NDVI GreenSeeker).



Initialement, l'indicateur choisi pour qualifier le statut de nutrition azoté était l'INN (Indice de nutrition azotée). Cependant l'ensemble des outils et méthodes testées ne semble pas permettre d'estimer de manière fiable cet indicateur. Les analyses se sont donc tournées vers l'estimation de la quantité d'azote absorbée dans les parties aériennes du colza, autre indicateur de la nutrition azotée du colza. Les premiers résultats semblent montrer que la pince SPAD n'est pas pertinente pour estimer ce second indicateur, de même pour l'indice de végétation DGCI obtenu à partir des photos smartphone. Cependant, le NDVI (qu'il soit calculé à partir d'images drone ou obtenu par le GreenSeeker) permettrait d'obtenir une estimation correcte ($R^2 = 0.5$ à 0.8). Le travail est toujours en cours sur ces relations afin de préciser leur domaine de validité. Enfin la pesée de biomasse aérienne reste la méthode la plus fiable à ce jour pour estimer la quantité d'azote absorbée ($R^2 = 0.97$), mais elle est difficilement utilisable pour les agriculteurs du fait de contraintes terrain.

Suite aux résultats précédents, 2 trajectoires seuils de nutrition azotée ont été recherchées : une trajectoire d'INN et une d'azote absorbé (Nabs). L'analyse a été réalisée avec la méthode des courbes ROC (Receiver Operating Characteristic) comme cela a été fait sur blé. Cette analyse permet à partir de 2 groupes de trajectoires d'INN (ou de Nabs) mesurées (selon qu'elles mènent ou non à une perte de rendement), d'identifier la trajectoire fictive qui sépare le mieux ces 2 groupes (évaluée par l'indice de Youden). Plusieurs seuils de perte de rendement ont été définis pour séparer ces 2 groupes aboutissant donc à plusieurs trajectoires seuils pertinentes. Une trajectoire seuil candidate a été retenue pour le Nabs, 3 dans le cas de l'INN.

Enfin, la dernière tâche s'intéresse à la création de conseils de fertilisation selon la valeur de Nabs estimée, en la comparant à la trajectoire seuil. Une analyse a été réalisée pour estimer l'effet d'un apport d'azote sur le gain de Nabs entre 2 stades (2 à 3 semaines). Ces résultats ont alors été utilisés pour prédire la dose à apporter selon la mesure de Nabs à un stade donné, et la valeur minimum de Nabs à atteindre au stade suivant. Comme pour Appi-N, les mesures de statut azoté de la plante sont à réaliser de la sortie d'hiver jusqu'à la floraison et uniquement en période favorable à la bonne valorisation de l'engrais (pluies ou sol particulièrement humide).

Ainsi cette nouvelle méthode devrait permettre d'aider les agriculteurs à raisonner leurs apports d'engrais sur le colza, en maximisant l'efficacité d'utilisation de l'azote. L'objectif visé étant de réduire les pertes d'azote (perte économique et pollution) sans impacter le rendement du colza.

Ces travaux ont reçu le soutien financier de l'Institut Carnot Plant2Pro et du gouvernement dans le cadre de France 2030.

Références :

Erisman J-W., Galloway J-N. et al., 2013, Consequences of human modification of the global nitrogen cycle, Phil Tans R Soc B 368: 20130116

Limaux F., Recous S., Meynard J-M., Guckert A., 1999, Relationship between rate of crop growth at date of fertiliser N application and fate of fertiliser N applied to winter wheat, Plant and Soil, 214: 49-59.

Paut R., Lebreton P., et al., 2024, On-farm assesment of an innovative dynamic fertilization method to improve nitrogen recovery in winter wheat, Nutr Cycl Agroecosyst, 10.1007/s10705-023-10332-7

Ravier C., Jeuffroy M-H., Meynard J-M., 2016, Mismatch between a science-based decision tool and its use: The case of the balance-sheet method for nitrogen fertilization in France, NJAS, 79 (31-40)

