



**OPTIMISATION.**  
Les méthodes Appi-N et CHN-conduite permettent toutes deux de réduire, en moyenne, les apports d'azote sans baisse de rendement ni de modification importante de la teneur en protéines.

Stéphane Leimberger

# Oser tolérer des carences précoces en azote sur blé

L'Inra et Arvalis travaillent à deux méthodes plus précises que celle du bilan pour optimiser le raisonnement de la fertilisation azotée du blé.

**A**près un demi-siècle de bons et loyaux services, la méthode du bilan prévisionnel qui permet de raisonner la fertilisation azotée cède du terrain. Bien qu'elle soit toujours utilisée, l'Inra et Arvalis travaillent à la mise en œuvre de méthodes optimisées (lesquelles sont encore au stade de test) sur le blé. Malgré des interactions fortes entre les deux instituts (notamment *via* la thèse Inra-Arvalis-Ademe, de Clémence Ravier, de 2013 à 2017), le premier planche davantage sur Appi-N, tandis que le second se dédie à CHN-conduite. Ces deux approches sont similaires puisqu'elles ne prennent plus en compte l'objectif de rendement, que les agriculteurs tendent à fixer

comme un chiffre espéré plutôt qu'une moyenne quinquennale (moins les deux extrêmes). Et contrairement à la méthode du bilan, elles permettent un pilotage intégral, tout au long du cycle de la culture. En effet, elles se basent sur un suivi régulier de l'indice de nutrition azotée (INN) de la sortie de l'hiver à la floraison (\*). L'idée est de maintenir la culture au-dessus d'une trajectoire plancher de l'INN. Si la culture est dans ce cas de figure et s'il n'y a aucun risque de passer sous le seuil jusqu'à la prochaine période de conditions climatiques favorables pour valoriser l'engrais, aucun apport n'est recommandé. Ainsi, des carences précoces sont tolérées par le blé sans perte de rendement (en théorie) ni altération de la qualité des grains

(teneur en protéines stable), ce qui permet de repousser la date du premier apport. « Ces deux méthodes privilégient les apports plus tardifs qui améliorent le coefficient apparent d'utilisation (CAU) de l'azote contenu dans l'engrais apporté », souligne Baptiste Soenen, ingénieur Arvalis. Cela permet par conséquent de réduire les pertes dans l'environnement (lire l'encadré témoin).

## GAGNER EN AUTONOMIE

En revanche, les deux approches se différencient par leur philosophie. Appi-N (dont les règles de décision se basent sur le modèle Azodyn-blé) a vocation à être utilisée par les agriculteurs, de façon autonome, pour qu'ils déterminent eux-mêmes la date et la dose d'azote à appor-

ter. « Les exploitants, comme ceux du groupe test dans l'Eure, se créent un référentiel commun. Ils ont un vrai rôle, sont acteurs de la prise de décision. Ils pincent trente feuilles de blé avec un chlorophylle-mètre (NDLR : type N-Tester de Yara ou Greenseeker de Trimble) dans leur champ et obtiennent une valeur qui, *via* un modèle, est traduite en INN. La relation qui a été trouvée présente une erreur assez importante, alerte l'ex-thésarde. Elle n'est certes pas parfaite, mais donne une idée de l'état de nutrition azotée de la plante. »

## DÉCLENCHER L'APPORT QUAND LE BESOIN EST RÉEL

Lorsqu'un passage s'avère nécessaire d'après la mesure d'INN, la dose à apporter est fournie par des abaques issus de l'analyse des vingt dernières années climatiques (lesquels devront être mis à jour tous les cinq ans). Ces tableaux intègrent plusieurs critères : le climat de la région, la capacité du sol à fournir de l'azote et notamment le précédent et la richesse du sol en azote organique, la texture... Cette dose maintiendra l'INN au-dessus du seuil plancher, jusqu'à la prochaine période de conditions climatiques favorables pour valoriser l'engrais où il faudra à nouveau estimer l'INN.

La méthode CHN-conduite fournit ces mêmes informations – mais sans chlorophylle-mètre qu'Arvalis considère « peu satisfaisant » pour mesurer

## LE TÉMOIN

### « Économiser de l'engrais et du fioul »

« Je fais partie du groupe Déphy encadré par Bertrand Omon, de la chambre d'Agriculture de l'Eure, depuis 2005. Nous sommes à la recherche d'une moindre consommation d'énergie avec, en parallèle, une réduction des traitements. La méthode Appi-N, de l'Inra, appliquée au blé rejoint cette démarche puisqu'elle nous permet de réduire les apports d'engrais azoté et de limiter les pertes dans l'environnement. De plus, le premier apport d'engrais est retardé, ce qui réduit la pression adventice de début de cycle. Depuis 2016, je la mets en œuvre sur mon exploitation.

Le principe consiste à comparer une parcelle conduite selon Appi-N avec une bande de 24 m en fertilisation classique basée sur la méthode du bilan. Pour ce faire, j'effectue chaque semaine trente mesures dans la parcelle en pinçant les dernières feuilles sorties bien ligulées du blé à l'aide d'un chlorophylle-mètre (pince N-Tester de Yara), ce qui me prend vingt minutes. L'idéal est que ce soit fait toujours par la même personne, toujours avec la même pince. Les premiers résultats exploitables sont ceux de 2017 où j'ai appliqué 120 uN en deux-trois apports contre 160 uN en trois apports pour un même rendement et un tassement de 0,5 point de protéines. Le sol sait fournir de l'azote, mais reste à savoir quand la plante bénéficiera de la minéralisation : c'est là la place de la pince.

Il faut oser et considérer qu'on n'est pas en carence avec un INN de 0,6 en début de cycle et viser 0,9 en fin de cycle.

En 2018, deux parcelles ont été comparées. Le précédent protéagineux (120 uN avec Appi-N pour un rendement de 71 q/ha et 170 uN avec le bilan pour 75 q/ha) avait davantage bénéficié au blé que le précédent maïs fourrage (120 uN avec Appi-N pour 69 q/ha et 200 uN avec le bilan pour 84 q/ha). Dans les deux cas, on observe un tassement du taux de protéines, entre 0,2 et 0,5 %. Aussi, le rendement a décroché pour deux raisons. D'une part, à cause des pluies abondantes sur un sol hydromorphe ; la méthode a en effet besoin d'être affinée dans les situations particulières. D'autre part, je pince le maître-brin en début de montaison, ce qui exclut les talles dans le calcul. Bien que ça ait moins bien fonctionné en 2018, je poursuis la méthode Appi-N sur 50 ha de blé car 50 uN en moins c'est 50 l de fioul économisés ! »

ÉRIC ODIENNE,  
POLYCLTEUR-ÉLEVEUR  
EN AGRICULTURE  
INTÉGRÉE (65 HECTARES  
DE SURFACES  
FOURRAGÈRES  
ET 90 HECTARES  
DE GRANDES  
CULTURES),  
PRÈS DE BERNAY (27)



Eric Odienné



NUTRITION AZOTÉE. Appi-N utilise un chlorophylle-mètre type N-Tester (Yara) pour déclencher l'apport d'azote.

l'INN – *via* une plate-forme dans laquelle les paramètres des parcelles peuvent être intégrés pour un résultat plus précis. L'agriculteur perd malheureusement en autonomie. « Le modèle CHN (NDLR : pour carbone-eau-azote) tient compte du type de sol choisi dans une base de données régionales, de la météo grâce à la géolocalisation, de la variété dont les caractéristiques sont référencées dans une autre base de données, de la date de semis, et des pratiques comme l'irrigation et les apports d'azote (minéraux et organiques). Il simule quotidiennement les flux plante-sol-atmosphère, dont l'INN, dépendant de la biomasse et de l'azote absorbé. La trajectoire plancher est la même que dans Appi-N. Puis, la prise de décision pour la date et la dose à apporter se fait en ligne. Actuellement, on prévoit la quantité d'engrais à épandre au début de la culture avec la méthode des ●●●

## DOSSIER

●●● bilans, puis on pilote le dernier apport fin montaison, par exemple avec Farmstar. Cette nouvelle méthode permettra de déclencher l'apport au plus proche des besoins de la plante », analyse Baptiste Soenen.

Aussi, le reliquat sortie hiver ne fait plus l'unanimité. L'Inra s'en dispense dans Appi-N, alors que l'institut technique continue de l'utiliser car « il permet de corriger le modèle s'il dérive », justifie l'ingénieur Arvalis.

### DES RÉSULTATS MOTIVANTS

Les premiers tests conduits sur blé durant la thèse auprès de deux groupes dans l'Eure et les Deux-Sèvres ont montré « une économie d'engrais entre 30 et 40 €/ha, un décalage de la date du premier apport (de zéro à quarante jours, selon les cas). Cette efficacité azotée a été obtenue à rendement équivalent et avec une amélioration de la teneur en protéines des grains récoltés : atteinte du seuil de 11,5 % dans 70 % des situations, contre 50 % avec la méthode du bilan actuelle », explique l'Inra (lire l'encadré ci-contre). À entendre Bertrand Omon, de la chambre d'agriculture de l'Eure, qui encadre les tests chez les agriculteurs du département, la démarche a trouvé son public : « En 2016, ils ont eu des capteurs de prêt. En 2017, l'achat de ces derniers a été financé par l'agence de

l'eau. En 2018, ils sont entrés dans une certaine routine. Le principe est solide, cependant la méthode nécessite d'être ajustée, notamment pour l'élargir au niveau national. »

Du côté d'Arvalis, les performances dans son réseau d'expérimentations France entière sont similaires : « CHN-conduite permet aussi une économie d'azote puisque la dose totale apportée est en moyenne inférieure à celle calculée avec la méthode du bilan pour obtenir un rendement équivalent, donc une meilleure efficacité », ajoute Baptiste Soenen. En 2019, l'institut technique va poursuivre ses essais (au nombre de quatre-vingts) en collaboration avec de nombreux partenaires et des tests à grande échelle seront conduits chez les agriculteurs en 2020. « En 2020-2021, les premières utilisations par les exploitants hors cadre projets de recherches devraient être effectives. À noter qu'en termes de réglementation, les ministères sont déjà sensibilisés à l'intérêt de ces nouvelles méthodes », poursuit-il. Reste à les répliquer à d'autres cultures telles que le colza « qui tolère aussi les carences précoces en azote », ajoute Clémence Ravier. **ISABELLE LARTIGOT**

(\*) L'INN correspond au rapport entre la teneur en azote total des parties aériennes de la plante et la teneur minimale nécessaire à une croissance normale de la plante.

## L'EXPERT Deux nouveaux projets pour Appi-N

« Coporté par l'Europe à 80 % et la Région à 20 %, le projet de Partenariat européen pour l'innovation (PEI) SollnAzo est mené en Centre-Val de Loire depuis septembre 2017 et pour une durée de quatre ans. En 2018, dix-neuf essais y ont été menés. En 2019, les tests se poursuivront en bande chez huit groupes de dix agriculteurs. Un autre projet baptisé du nom de la méthode Appi-N va débuter en janvier 2019 sur la grande moitié nord de la France avec une cinquantaine de partenaires pour une durée de quarante-deux mois, si le financement est accordé. Il permettra une évaluation à plus large échelle des réductions de la lixiviation et des pertes gazeuses en  $N_2O$ , liées au déploiement de la méthode. »  
L'appropriation de la méthode par les agri-testeurs permettrait sa plus large diffusion d'ici à 2020-2021.

MARIE-HÉLÈNE  
JEUFFROY, DIRECTRICE  
DE RECHERCHE  
À L'INRA.  
ELLE POURSUIT  
LES TRAVAUX ENTAMÉS  
PAR CLÉMENCE RAVIER  
DANS L'EURE ET LES  
DEUX-SÈVRES SUR  
LA MÉTHODE APPI-N



**MOINS D'AZOTE.** Le pilotage intégral, possible grâce aux nouvelles méthodes de fertilisation azotée, permet d'économiser de l'engrais, d'en améliorer son efficacité, et de limiter les pertes environnementales.