

Comparaison de l'urée et de l'ammonitrate en essais de longue durée, synthèse de 10 ans d'expérimentation

LAMBERT⁽¹⁾ M. ; HERVE⁽²⁾ M. ; EVEILLARD⁽³⁾ P. ; BOUTHIER⁽⁴⁾ A. ; CHAMPOLIVIER⁽⁵⁾ L. ; MARQUIS⁽⁶⁾ S. ; ROCCA⁽⁷⁾ C. ; ROUSSEL⁽⁸⁾ D.

¹YARA France, ²EUROCHEM Agro, ³UNIFA, ⁴ARVALIS-Institut du Végétal, ⁵CETIOM, ⁶BOREALIS-LAT, ⁷IN VIVO, ⁸OCI Agro

Résumé :

Un réseau de 12 expérimentations pluriannuelles avec plus de 200 courbes de réponses comparant deux engrais azotés : l'urée et l'ammonitrate sur une rotation Colza-Blé-Orge a été mené de 2002 à 2012 par différents partenaires dans le cadre d'un projet coordonné par l'UNIFA. L'originalité du dispositif expérimental a permis de mettre en évidence, outre la traditionnelle comparaison de la réponse à la fertilisation azotée de l'année (effet annuel), l'existence d'un effet du « système » de fertilisation selon que l'on utilise exclusivement la même type d'engrais azoté chaque année et l'existence d'un effet du « passé » de fertilisation qui se traduit par une réponse différente des parcelles non fertilisées l'année de récolte selon qu'elles ont reçu de l'urée ou de l'ammonitrate les années antérieures.

Différentes approches ont été mise en œuvre pour analyser les résultats de ce réseau d'essais :

1) les classiques analyses de variance et méthodes des contrastes, 2) les ajustements de fonctions de production (quadratique- plateau, quadratique, exponentiel ADAS) et tests des modèles emboîté, 3) des comparaisons de l'ensemble des variables d'intérêt par le test de Student (comparaison d'échantillons appariés).

Les proportions d'essais avec des effets formes d'azote (annuel, passé, système) statistiquement significatifs varient selon les types d'analyses mises en œuvre et les traitements comparés.

Il s'avère que, compte tenu des ordres de grandeur des différences, souvent comparables ou inférieures à la précision de chaque essai, c'est bien la multiplication des sites expérimentaux, à travers les lieux et les années, et la convergence des résultats qui permettent de dégager des résultats moyens autorisant la quantification des différences d'efficacité entre engrais. Malheureusement, comme d'autres résultats déjà publiés l'avaient déjà montré, les différences moyennes masquent une variabilité certaine et aucune prédiction a priori des écarts d'efficacité n'a été possible même si des traitements de données complémentaires restent encore nécessaires.

Globalement, les principales conclusions de ce réseau sont les suivantes :

- La comparaison de l'effet annuel des 2 formes par le test de Student met en évidence un différentiel de rendement moyen à la dose du bilan prévisionnel ($X = 167$ kg N/ha en moyenne) de 2 % ***, soit respectivement 1.2 (**), 1.4 (**) et 1.3 (*) q/ha pour le colza, le blé et l'orge. De plus, ces écarts sont proches des résultats déjà connus et publiés en France et en Europe.

Au-delà de l'effet sur le rendement, des écarts significatifs sur les quantités d'azote absorbé et le coefficient apparent d'utilisation de l'azote sont également mis en évidence avec un CAU supérieur de 5 % ** avec l'ammonitrate (91 % contre 86 %).

- Plus originale est la démonstration d'un effet moyen du « passé de fertilisation » qui se traduit par des écarts statistiquement significatifs de rendement et d'azote absorbé sur chaque culture, à la fois sur les traitements fertilisés et les témoins sans azote : les parcelles ayant reçu de l'ammonitrate au cours des années précédant la réalisation de la courbe de réponse ont un rendement en moyenne supérieur de près de 2 % ** et une absorption d'azote significativement supérieure (+ 3 * à 7 ** kg N/ha pour les céréales à paille) . Cet effet « passé de fertilisation » est davantage extériorisé par les parcelles non fertilisées avec une différence de rendement de 4.7 % *** et 7** à 13** kg N/ha absorbé en plus pour les céréales à paille. En moyenne, sur les 51 situations étudiées, l'effet « passé » de fertilisation est du même ordre de grandeur que l'effet « annuel » traditionnellement testé dans les essais classiques.

- L'effet « système » résulte de la combinaison des 2 effets élémentaires distincts : l'effet « annuel » et l'effet « passé ». Analysé sous l'angle de l'approche « système », les écarts de rendement entre les 2 formes

d'azote s'élèvent alors à 4.1 % *** à la dose du bilan prévisionnel soit respectivement 2.4 ***, 2.7***, 3.1 ** q/ha pour le colza, le blé et l'orge. Concernant les quantités d'azote absorbé, les différences atteignent 27**, 19*** et 15 *** kg N/ha supplémentaire absorbé respectivement pour le colza, le blé et l'orge. Les coefficients apparents d'utilisation calculés dans l'approche « système » sont équivalents à ceux obtenus dans l'approche « annuelle » : 91 % avec l'ammonitrate contre 84 % avec l'urée. Les différences de quantités d'azote absorbé entre les 2 formes d'azote résultent d'une part d'une différence de CAU de 5 points (effet annuel) et de l'écart de fournitures du sol (effet passé). L'absence de différence entre engrais sur les reliquats et les biomasses en sortie d'hiver (tests t non significatifs, respectivement $p=0.39$, $n=49$ & $p=0.21$, $n=14$) prouve que ces différences de fournitures du sol sont postérieures aux mesures et s'extériorisent au printemps pendant la période de minéralisation de l'azote organique. A ce stade, à l'échelle de la succession culturale, il apparaît que les fertilisations récurrentes à base d'ammonitrate ont permis de conserver davantage d'azote provenant de l'engrais dans le système sol-plante, comparativement à l'urée traduisant une efficacité supérieure et probablement moins de pertes environnementales.

A dose d'azote identique, des enjeux qualité (teneur en protéines des céréales et teneur en huile du colza) ont également été identifiés dans cette étude : 0.2 à 0.3 point de protéines en moins avec l'urée, 0.25 à 0.48 point d'huile en moins avec l'ammonitrate.

Enfin, après ajustements statistiques de 3 fonctions de production (quadratique-plateau, quadratique, Exponentiel ADAS) sur plus de 200 courbes de réponses, des simulations ont été réalisées afin d'évaluer la « dose équivalente » d'urée permettant de rendre les différences de rendement avec l'ammonitrate non significativement différentes selon les 2 approches « annuelle » ou « système ». Pour des considérations d'opérationnalité des résultats, ces simulations ont été réalisées à partir de la dose du bilan prévisionnel. Les simulations pour les 3 fonctions de production aboutissent à des conclusions convergentes :

- les 2 engrais obtiennent des performances non significativement différentes pour une majoration de la dose bilan pour l'urée autour de 10 % (+16 à 18 kg N/ha) en approche annuelle. Le rattrapage de l'écart de performance enregistré dans l'approche « système » nécessite, quant à lui, une augmentation de dose plus conséquente de l'ordre de 20 % de la dose bilan (+ 33 kg N/ha). Cette méthode permet de quantifier une différence d'efficacité brute entre les 2 engrais mais ne correspond en aucun cas à une préconisation car ni les impacts environnementaux, ni les aspects économiques ne sont envisagés dans ce calcul.

(nb : *** : $p < 0.001$ ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$)

Au-delà des différences mises en évidence dans cette étude, il nous paraît désormais fondamental de considérer systématiquement les impacts environnementaux dans les comparaisons d'engrais azotés. L'augmentation de la part de l'azote absorbé par la plante avec l'ammonitrate réduit les risques de perte d'azote dans l'environnement. Une partie de cet azote améliore le rendement et la teneur en protéine, une autre partie conservée dans les racines et les résidus de récolte est remise à disposition par la minéralisation l'année suivante. Ces écarts d'efficacité liés à la forme d'engrais utilisé pourraient être caractérisés par une approche bilan à l'échelle de la succession culturale et par une Analyse du Cycle de Vie. De même, il conviendra de travailler à la prévision du risque de volatilisation ammoniacale afin de réduire l'écart entre formes et de concourir à augmenter l'efficacité de chaque kg d'azote minéral épandu.

Les auteurs remercient Marine Boury, Stagiaire de fin d'étude Agro Campus Ouest à l'UNIFA pour le travail de synthèse réalisé sur les résultats du réseau d'essai

Les orateurs :

Marc LAMBERT, Responsable Agronomie YARA France
(marc.lambert@yara.com)
100 rue Henri Barbusse, 92751 NANTERRE cedex



Marc HERVE, Responsable Agronomie EUROCHEM Agro France
(marc.herve@eurochemagro.com)
49 avenue Georges Pompidou, 92593 LEVALLOIS-PERRET Cedex

