

COMPARAISONS URÉE ET AMMONITRATE

# AVANTAGE À L'EMPLOI répété d'ammonitrate



Utilisé année après année, l'ammonitrate engendre un gain significatif de 4,1 % de rendement par rapport à l'urée.

**Des essais conduits entre 2002 et 2012 ont cherché à comparer les effets liés à l'utilisation répétée de deux formes d'engrais : l'ammonitrate et l'urée. Résultats : à doses identiques, le premier est plus efficace que le second, et le différentiel s'accroît lorsque le même engrais a été apporté l'année précédente.**

**E**st-il plus efficace d'apporter l'azote sous forme d'ammonitrate ou d'urée ? C'est la question à laquelle s'est efforcé de répondre un réseau d'essais coordonné par l'UNIFA et auquel a participé ARVALIS-Institut du végétal avec d'autres partenaires (1) de 2002 à 2012. L'objectif était d'apporter des réponses au regard de la fertilisation annuelle mais également sur le moyen terme. Les expérimentations ont été menées sur une rotation colza-blé-orge dans 12 sites et sur 4 à 6 ans à chaque fois, ce qui a permis de comparer ces deux formes d'engrais dans 51 situations. Pour chacune d'elles, quatre courbes de réponse à des doses croissantes de fertilisants (deux formes utilisées l'année en cours croisées avec les deux mêmes formes uti-

lisées la ou les années antérieures) ont permis d'étudier conjointement l'effet annuel et l'effet historique des apports. Les différences d'efficacité entre ammonitrate et urée ont été étudiées sur le rendement, la teneur en protéines des grains du blé et de l'orge, la teneur en huile du grain du colza, la quantité d'azote absorbé par chaque culture et le coefficient apparent d'utilisation de l'azote.

## Un effet annuel conforme aux résultats déjà connus

En ce qui concerne l'effet annuel, qui correspond à l'effet de l'engrais apporté l'année de récolte, le dispositif montre que l'ammonitrate est en moyenne plus efficace que l'urée. Conforme à d'autres études réalisées auparavant en France et en Europe, ce

4

ans, c'est la durée minimum pendant laquelle ont été observées les différentes parcelles du réseau.

résultat cache néanmoins une certaine variabilité. Dans 58 % des cas, des différences statistiquement significatives sont apparues dans les rendements obtenus avec les deux engrais azotés sur une culture donnée pour les mêmes doses et dates d'apport. 93 % de ces écarts se sont avérés favorables à l'ammonitrate. En moyenne et à la dose calculée par le bilan prévisionnel, recourir à cette forme d'engrais plutôt qu'à de l'urée engendre un gain significatif de 2,1 % de rendement, soit 1,2 q/ha en colza, 1,4 q/ha en blé et 1,3 q/ha en orge. L'ammonitrate apporte également un « plus » en matière de teneur en protéines des céréales et de quantités d'azote absorbé par les cultures. Des résultats qui ne sont pas surprenants au regard de ce qui était déjà connu avant cette expérimentation.

**L'effet historique à l'étude**

L'originalité du dispositif expérimental réside en fait dans l'étude de l'effet historique lié à l'apport répété d'une même forme d'engrais. Celui-ci a été mis en évidence en particulier sur les parcelles non fertilisées l'année de la récolte. Il ressort de ces travaux que l'utilisation d'ammonitrate l'année ou les deux ou trois années précédant la récolte aboutit généralement à des gains de rendement, de teneur en protéines et de quantité d'azote absorbé par rapport à l'utilisation de l'urée sur la même période. Ils sont du même ordre de grandeur que l'effet annuel : en rendement, les différences sont ainsi de 1,3 q/ha en blé, 1,8 q/ha en orge et 1,1 q/ha en colza. Bien que modestes, les écarts d'absorption d'azote sont eux aussi significatifs et en faveur de l'historique de fertilisation



Il est important de s'informer des prévisions météorologiques pour valoriser au mieux les « fenêtres » optimales d'épandage d'engrais azoté.

« L'utilisation d'ammonitrate la ou les deux ou trois années précédant la récolte aboutit généralement à des gains de rendement. »

**RENDEMENT : l'ammonitrate globalement plus efficace**

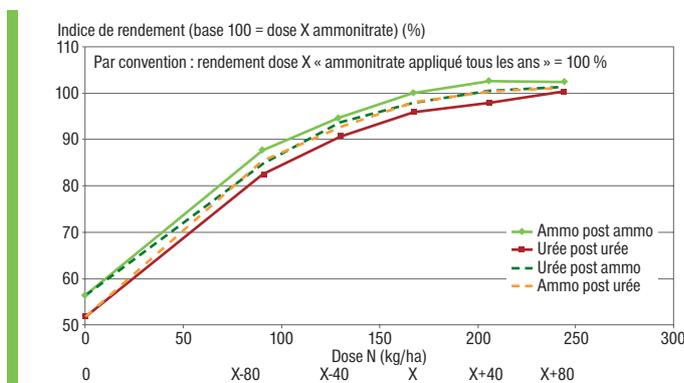


Figure 1 : Représentation des quatre courbes de réponse moyennes obtenues sur les 51 situations. Comparaison des conduites « ammonitrate appliqué tous les ans » (vert), « urée appliquée tous les ans » (rouge), « urée l'année de récolte avec fertilisation antérieure avec l'ammonitrate » (vert pointillé) et « ammonitrate l'année de récolte avec fertilisation antérieure avec de l'urée » (orange pointillé).

« ammonitrate ». Ils confirment le supplément de fourniture d'azote du sol, plus nettement établi sur les parcelles non fertilisées.

**Davantage d'azote à absorber**

Une analyse plus fine montre que les différences d'azote absorbé entre les différents passés de fertilisation ne s'expliquent pas par des écarts de stocks d'azote minéral du sol (reliquats) et de biomasses de la culture en sortie d'hiver. L'avantage observé avec l'ammonitrate résulterait plutôt d'un supplément de minéralisation de l'azote contenu dans les résidus de culture et les racines de la culture précédente ou organisé par la microflore du sol. Autrement dit, le supplément d'absorption d'azote constaté avec l'ammonitrate les années antérieures augmenterait la fourniture d'azote du sol par la minéralisation de la fraction non exportée par les récoltes. À l'inverse, plus prédisposée à

## ← L'urée laisserait moins d'azote minéral disponible pour l'absorption par la culture et l'organisation microbienne. »

la volatilisation, l'urée laisserait moins d'azote minéral disponible pour l'absorption par la culture et l'organisation microbienne. La durée des essais ne permet pas pour l'instant de conclure quant à l'évolution de cet effet avec le temps. La modification de l'activité microbienne du sol liée à l'utilisation répétée d'une forme d'engrais n'est également pas à exclure. Des analyses portant sur la biomasse microbienne du sol et son activité ont été initiées afin d'explorer cette hypothèse. Les premiers résultats obtenus sur l'un des sites expérimentaux (86) semblent indiquer une activité minéralisante supérieure sur les parcelles présentant un historique de fertilisation « ammonitrate ». Ces pistes pourraient en tout cas accréditer la thèse d'un compartiment d'azote organique labile récent dans le sol, différent selon les deux formes d'azote et susceptible de participer à la fourniture du sol en azote.

## ↗ | Marché: la France à l'inverse de la tendance mondiale

En France, les ammonitrates représentent 48 % de l'azote dans les engrais azotés simples contre 17 % pour l'urée et 31 % pour les solutions azotées (1). Au niveau mondial, la situation est inverse : l'urée représente 60 % contre 6 % pour les ammonitrates (2). La France est un marché structurellement importateur qui reçoit plus de la moitié de ses engrais azotés d'autres pays européens ou de pays tiers comme l'Égypte, la Russie, le Qatar et l'Algérie, tous producteurs d'urée granulé. La part de l'urée en France a tendance à augmenter : en moyenne +0,5 % par an sur les dix dernières années (Unifa, 2013).

(1) Chiffres Unifa 2012-2013

(2) IFA (association internationale de l'industrie de la fertilisation) 2012

### Un effet « système » très net

L'analyse de l'effet « système » qui intègre l'effet annuel et l'effet « historique », fait logiquement apparaître une augmentation des écarts de rendements entre ammonitrate et urée. Ceux-ci sont quasiment doublés par rapport à l'effet annuel, puisque s'y cumule l'effet « passé ». L'utilisation d'ammonitrate tous les ans améliore en moyenne le rendement de 4,1 % soit 2,4 q/ha, 2,7 q/ha et 3,1 q/ha respectivement sur colza, blé et orge par rapport à l'utilisation répétée d'urée. Ce bénéfice s'exprime aussi sur l'absorption de l'azote par la plante. À la dose bilan, l'absorption de l'azote de l'ammonitrate augmente de 15 kg N/ha en orge, 19 kg N/ha en blé et 27 kg N/ha en colza par rapport à celle de l'urée. Ces écarts correspondent à 10 % en céréales et 15 % en colza de la dose apportée en moyenne à ces cultures.

### Une meilleure teneur en protéines dans les céréales

Concrètement, les plantes absorbent donc de plus grandes quantités d'azote avec l'utilisation répétée d'ammonitrate : leur production de biomasse est supérieure et leur teneur en azote plus élevée. Ces absorptions supérieures se confirment dans les parties récoltées, c'est-à-dire dans les grains de céréales et de colza. En blé et en orge, elles se traduisent par une teneur en protéines supérieure de 0,3 point environ avec l'ammonitrate. En colza, les

« Les plantes absorbent de plus grandes quantités d'azote avec l'utilisation répétée d'ammonitrate. »

teneurs en azote dans les graines sont également supérieures, mais elles ont un effet négatif significatif sur la teneur en huile, inférieure de 0,48 pt par rapport à celle obtenue avec de l'urée. Ce point est toutefois contrebalancé par la production totale d'huile par hectare, plus élevée. Les coefficients apparents d'utilisation de l'azote sur céréales (91 % avec l'ammonitrate contre 86 % avec l'urée en moyenne) sont similaires à ceux mesurés en comparaison annuelle.

### Raisonnement des doses avec précision

Pour compenser la moindre efficacité de l'urée, il pourrait être envisagé de majorer la dose d'engrais. Sur le plan statistique, obtenir un rendement équivalent à celui produit avec l'ammonitrate semblerait possible dans un certain nombre de cas avec en moyenne 10 à 23 % d'azote en plus dans le cas de l'urée selon que la référence prise est l'effet annuel ou système. Mais la variabilité des résultats est très importante et le risque de se tromper en sur-fertilisant ou en sous-fertilisant est élevé. Il convient d'étudier et de mieux comprendre les facteurs explicatifs de ces écarts entre formes d'engrais pour pouvoir les prédire, éventuellement les corriger si c'est possible, et établir des règles de décision adaptées.

### Optimiser l'utilisation de l'azote

Ces résultats laissent en tout cas penser que la meilleure stratégie de fertilisation consisterait à privilégier l'ammonitrate, plus efficace que l'urée, à court et moyen terme. Si l'urée est néanmoins retenue en raison de son coût plus faible, il convient de limiter les pertes d'azote en évitant les conditions qui favorisent la volatilisation,

### ÉCARTS DE RENDEMENTS : en faveur de l'ammonitrate quelle que soit l'échelle

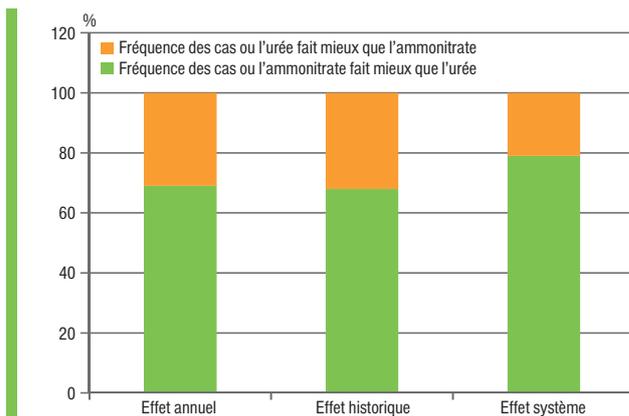


Figure 2 : Comparaison de l'effet de la forme d'azote sur l'indice de rendement à l'échelle « annuelle », « historique » et « systèmes ». Résultats exprimés en fréquence des situations observées.



Des apports répétés d'ammonitrate conduiraient à conserver plus d'azote dans le sol.

### Des différences d'absorption liées à la forme chimique des engrais

Les différences d'absorption d'azote entre ammonitrate et urée sont liées à la forme chimique des engrais. Les ammonitrates contiennent de l'azote sous des formes directement assimilables alors que l'urée doit notamment subir une étape d'hydrolyse avant que son azote soit disponible pour les plantes. L'hydrolyse enzymatique de l'urée produit deux molécules d'ammoniac et élève localement le pH autour du granulé, accroissant le risque de volatilisation de cet ammoniac. Les pertes peuvent se révéler très importantes selon le sol et les conditions climatiques autour de l'apport. Elles peuvent donc s'avérer dommageables tant pour la nutrition de la plante que pour l'environnement.

probablement à l'origine d'une partie des différences constatées. Sur les cultures de printemps à grands écartements (sorgho, tournesol, maïs), l'urée gagne à être enfouie dans l'inter-rang. Dans le cas des apports en surface (céréales à paille, colza principalement), la prise en compte des prévisions météorologiques au moment de l'épandage et notamment de la pluviométrie annoncée permet de choisir des fenêtres optimales d'apport minimisant les risques de perte.

(1) Cetiom, InVivo, Yara France, Eurochem Agro, Borealis-Lat, OCI Agro

---

Alain Bouthier - a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr  
ARVALIS-Institut du végétal  
M. Lambert - Yara France, M. Hervé - Eurochem Agro,  
Philippe Eveillard - Unifa, C. Rocca - InVivo,  
Luc Champolivier - CETIOM,  
S. Marquis - Borealis-Lat

