

02

Fertilisation azotée

Optimiser l'efficacité des apports en cult

L'évolution récente du rapport des prix des céréales et des engrais rend la nécessité de maximiser l'efficacité des apports plus pressante encore. Quels sont les leviers techniques disponibles sur céréales à paille et maïs ?

Et les engrais foliaires ?

De nombreux engrais dits « foliaires » sont disponibles sur le marché. Leur composition est très variable et ils sont proposés pour des apports en fin de cycle des céréales à paille à raison de 5 à 20 kg N/ha. Certaines formulations associent du soufre, des oligo-éléments, ou encore des activateurs physiologiques. Les études conduites par ARVALIS – Institut du végétal ont montré que certains produits apportant au moins 20 kg N/ha présentaient une efficacité en termes de rendement et de taux de protéines. Mais celle-ci ne s'est jamais avérée supérieure (et même parfois inférieure) à une stratégie classique d'apport de la même dose sous forme d'engrais solide au stade dernière feuille de la céréale (cf. préconisation du tableau 1).

Jean-Pierre Cohan
jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

avec la collaboration d'Alain Bouthier,
Pierre Castillon et Christine Lesouder

L'optimisation de l'efficacité des apports d'engrais azotés sur céréales dépend :

- du fractionnement, assisté de l'utilisation des outils de pilotage,
- du choix de la forme d'engrais et de la limitation des pertes par volatilisation,
- de la prise en compte de la pluviosité habituelle de la région.

Fractionner les apports pour limiter les pertes et mieux correspondre aux besoins des cultures.

Quelle que soit l'espèce de céréales, les besoins de la culture en azote varient au cours du cycle. Plutôt modestes au début, ils explosent en début de montaison pour re-

Lorsque la dose d'azote apportée dépasse les besoins du moment de la culture, on court le risque que l'azote non absorbé soit rendu indisponible pour la plante. ▶



© N. Cornec

é ure

© N. Comtec



descendre progressivement jusqu'au stade de fin d'absorption. L'alimentation azotée est permise en premier lieu par les fournitures d'azote du sol (reliquat d'azote minéral, minéralisation de l'humus) et par les matières organiques

exogènes (minéralisation des résidus de culture et des produits résiduels organiques). L'apport d'engrais est destiné à compléter ces fournitures. Plus la dose sera supérieure aux besoins de la culture au moment de l'apport, plus l'en-

grais va « stagner » longtemps dans le sol avant d'être absorbé. Il risque d'être soumis à des pertes, temporaires à l'échelle du système de culture (organisation au sein de la matière organique) ou définitives (volatilisation, lessivage,

▲ Le N-Tester® opère en mesurant optiquement la teneur en chlorophylle des feuilles, qui est fortement corrélée à l'état de nutrition azotée de la plante.

Règles générales de fractionnement de l'azote pour les céréales (tab. 1)

Céréales à paille d'hiver				
Culture	Tallage	Début montaison	Fin montaison	Remarque
Blé tendre	L'apport ne doit pas dépasser 40 à 60 kg N/ha et doit être réservé prioritairement aux situations présentant de faibles reliquats azotés (< 60 kg N/ha sur 60 cm de profondeur).	Solde = dose – apport tallage – mise en réserve apport fin montaison	40 à 80	L'utilisation d'un outil de pilotage permet d'ajuster le niveau du 3 ^e apport quand il est nécessaire.
Blé améliorant			60 à 100	
Blé biscuitier			Pas d'apport	
Blé dur			60 à 100	
Orge d'hiver brassicole			Pas d'apport	
Orge d'hiver fourragère			40*	
Triticale		40 à 80		
Orge de printemps				
Culture	Semis	Début tallage	Fin tallage	Remarque
Semis précoce	2/3 dose		1/3 dose	Ne pas dépasser le stade fin tallage.
Semis tardif	2/3 dose	1/3 dose		
Maïs				
Culture	Semis	6-10 feuilles	Remarque	
Grain et fourrage	50 (0 si reliquat azoté > 60 kg N/ha sur 60 cm de profondeur)	Solde = dose – apport au semis	Des apports jusqu'à floraison sont efficaces sur maïs. On se heurte néanmoins à un obstacle matériel de passage dans la parcelle au-delà du stade 12 feuilles.	

Le fractionnement peut être adapté localement en fonction du contexte agro-climatique. Les doses sont exprimées en kg N/ha.

* À confirmer.

Et les outils de pilotage ?

Sur blé, les outils de pilotage comme Farmstar® ou N-Tester®, évaluent les niveaux de nutrition azotée de la culture courant montaison. Associés à un fractionnement adéquat, ils permettent d'ajuster le niveau du dernier apport. L'utilisation des outils est le seul moyen de prendre connaissance de l'optimum technique de la parcelle avant la récolte. On serait alors tenté d'appliquer une réduction de la dose préconisée pour coller à l'optimum technico-économique (cf. article précédent). Ce choix ferait porter la baisse de dose uniquement sur l'apport tardif, sans répartition de « l'effort » sur tout le cycle. Cela entraînerait des pertes de rendement et, surtout, de taux de protéines encore plus élevés que les moyennes évoquées. Les outils de pilotage restent cependant pertinents dans le contexte actuel en tant que moyens d'ajustement des doses d'apports aux besoins réels de la culture dans une parcelle et une année données.

L'ammonitrate constitue techniquement une valeur sûre dont l'efficacité reste la référence par rapport aux autres formes d'engrais azotés. ▶

dénitrification). Le premier objectif du fractionnement est donc de limiter ces pertes, préjudiciables autant au revenu de l'agriculteur qu'à l'environnement. Le second objectif du fractionnement est d'éviter, autant que faire se peut, les sur-alimentations azotées de la culture qui ont des effets néfastes en terme d'accidents des cultures (maladies du pied, oïdium, verse...). Enfin, le troisième objectif du fractionnement est l'optimisation de la qualité du grain, soit vers des teneurs en protéines élevées (blé dur, blé améliorant) ou basses (orge brassicole, blé biscuitier). Le tableau 1 rappelle les grands

principes de fractionnement pour les céréales.

Différence d'efficacité des formes d'engrais azotés

L'ammonitrate constitue la référence pour évaluer l'efficacité de l'azote contenu dans les autres engrais. En raison de leur composition chimique (fortes proportions d'azote sous forme uréique et/ou ammoniacale) et leur forme (solide ou liquide), la solution azotée et l'urée solide sont particulièrement soumises à des processus de volatilisation ammoniacale influencés par les conditions climatiques au moment de l'apport (forte température, vent...), le

type de sol (pH, CEC) et l'état de développement de la culture au moment de l'apport. Ces phénomènes peuvent être plus ou moins marqués selon la culture et compensés (quand cela est matériellement possible) par un enfouissement de l'engrais. Le tableau 2 fournit quelques indications concernant l'efficacité comparée de l'urée et de la solution azotée par rapport à l'ammonitrate.

La pluie après l'apport conditionne son efficacité

Une certaine quantité de pluie consécutive à l'apport est nécessaire pour que l'azote puisse être transféré aux racines de la culture. Plusieurs expérimentations ont permis de déterminer qu'au moins 15 à 20 mm de pluie après un apport sont pour cela nécessaires. Plus le délai entre la date d'apport et l'occurrence d'une telle pluviométrie est long, plus les risques en terme de carence et/ou de pertes par volatilisation de l'engrais sont importants. On s'accorde pour fixer à environ 15 jours après apport le délai « maximum » acceptable pour cumuler les pluies nécessaires. Cette « contrainte » varie selon le contexte climatique de la parcelle et

▶ Au moins 15 à 20 mm de pluie dans les 15 jours suivant un apport sont nécessaires pour le valoriser.

© N. Comec



Efficacités comparées de l'urée granulée et de la solution azotée (par rapport à la forme ammonitrate) (tab. 2)

Céréales à pailles d'hiver		
	Urée solide	Solution azotée
	Rendement et taux de protéines	
Tous les apports sous la même forme	=	-
Formes comparées uniquement sur l'apport tardif (fin montaison), les apports précédents étant réalisés sous forme ammonitrate.	=	-

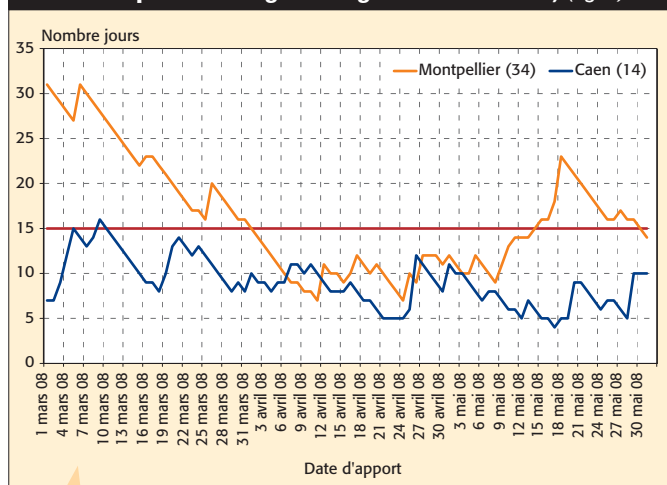
Orge de printemps	
Maïs	
	Urée solide
Laissée en surface	-
Enfouie	-/=

Sur céréales à paille, trois apports de solutions azotées sont moins efficaces que trois apports d'ammonitrate sur le rendement et le taux de protéines.

selon la période de l'année. La *figure 1* illustre ce constat sur la période des apports d'azote sur blé pour deux régions très différentes en terme de pluie: la Normandie et la région Languedoc-Roussillon. Autant les risques de mauvaise valorisation du 3^e apport ne sont pas très élevés dans les deux

régions (mois de mai pour la Normandie, mois d'avril pour le Languedoc-Roussillon), autant les apports de début montaison (mois de mars) peuvent présenter des difficultés dans le Sud-Est. Cette analyse mérite d'être réalisée spécifiquement dans toutes les régions. ■

Nombre de jours nécessaires pour cumuler 15 mm de pluie après un apport d'azote (médiane sur 15 ans). Calculs réalisés sur deux stations METEO France (Caen en Normandie et Montpellier en région Languedoc Roussillon) (fig. 1)



Pour un apport d'azote au 10 mars, il faut compter 15 jours à Caen avant d'atteindre les 15 mm de pluie nécessaires pour valoriser cet apport, contre 30 jours à Montpellier. Pour un apport du 3 mai, 10 jours suffisent à la fois en Normandie et en Languedoc-Roussillon.