

Contexte : En grandes cultures, le débat sur l'efficacité des formes d'azote anime la communauté agronomique depuis des décennies.

Parmi les principaux engrais azotés minéraux utilisés, seule la solution azotée se présente sous forme liquide. Depuis de nombreuses années, la solution azotée est reconnue comme l'engrais présentant la moins bonne efficacité agronomique comparativement aux autres formes. Le classement à la sensibilité aux pertes par volatilisation ammoniacale des engrais minéraux azotés (Nitrate < Ammonitrate < Solution azotée < Urée) n'est pas en cohérence avec celui de l'efficacité agronomique (Nitrate = Ammonitrate >= Urée > Solution azotée). Le fait que la solution azotée soit le seul engrais liquide interroge sur l'importance de la présentation physique sur les performances agronomiques. L'objectif de ce réseau de 6 essais sur blé réalisés sur 3 ans est de tenter de faire la part des choses entre la composition chimique de l'engrais (azote nitrique, ammoniacal, uréique) et sa présentation physique, solide granulé ou solution liquide.

Matériel et méthode :

Fertilisants testés : le spectre des principales formes chimiques de l'azote minéral a été parcouru.

Chaque engrais solide sélectionné sera utilisé sous sa forme habituelle mais également sous une forme liquide correspondante existante sur le marché. Dans le cas de la solution azotée, des apports successifs d'ammonitrate et d'urée sans mélange permettent de récréer l'équivalent « solide » de la solution azotée.

Engrais de référence

Engrais	Code	Teneur en N% p/p	Azote nitrique	Azote ammoniacal	Azote uréique	Présentation physique
Nitrate de calcium	CN - S	15,5	93%	7%		Solide granulé
Ammonitrate	AN - S	33,5	50%	50%		Solide granulé
Solution azotée	UAN - L	30	25%	25%	50%	Liquide d=1,3
Urée	UREE - S	46			100%	Solide granulé

Forme liquide ou solide alternative

Engrais	Code	Teneur en N% p/p	Azote nitrique	Azote ammoniacal	Azote uréique	Présentation physique
Nitrate de calcium liquide	CN - L	8,5	93%	7%		Liquide d=1,48
Ammonitrate liquide	AN - L	18	50%	50%		Liquide d=1,23
Solution azotée «solide»	UAN - S	46 33,5	Apport successif d'urée 46 et d'ammonitrate 33,5			Solide
Urée liquide	UREE - L	14,95			100%	Liquide d=1,09

Réseau d'essais : De 2019 à 2021, 6 essais ont été mis en place dans 2 types de milieux différents : limons argileux moyennement profonds du Gâtinais (91) et Craie de Champagne (51).

Dispositif expérimental : Essais factoriel à 4 blocs et 8 modalités conduites à la dose X. 4 types d'engrais (CN – AN – UAN – Urée) x 2 formes physiques : solide ou liquide (S-L) – 80 parcelles 3m x 10-12m).

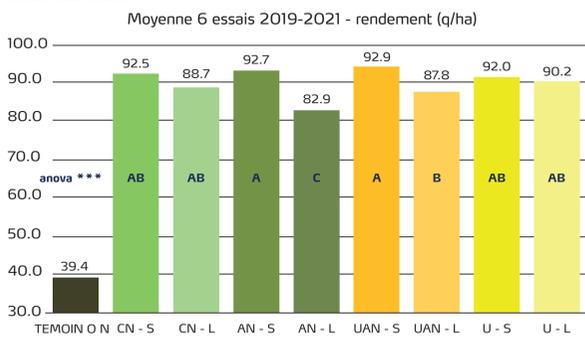
Suivi des essais : Le dispositif d'essai est doublé pour permettre d'une part un suivi classique avec récolte (peuplement, rendement, PS, pmg, épis/m², grains/m², teneur en protéines) et d'autre part, un suivi de la dynamique d'absorption des nutriments (N, P, K, Mg, S) et des CAU à 7 dates du tallage à la maturité (Z22-27, Z30-31, Z32-37, Z37-45, Z55-59, Z65-69, Z89-92).

Modalités de fertilisation : Dose X fractionnée classiquement en 3 apports (40 – (X-100) – 60), tallage – épi à 1cm – dernière feuille. Couverture soufre systématique : 40 kg SO₃ (sulfate de magnésie).

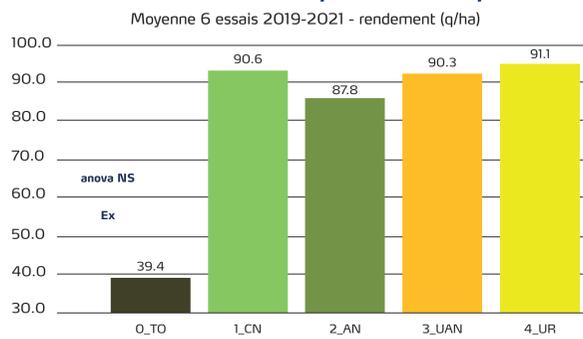
Analyses statistiques : Anova & comparaison de moyennes (tukey) par essai + Analyse du réseau global par modèle linéaire mixte + test tukey sur les moyennes.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

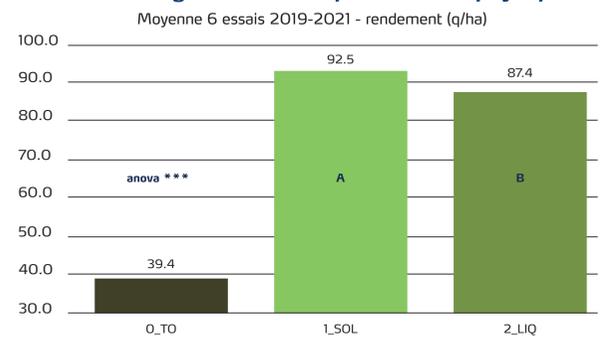
Rendement



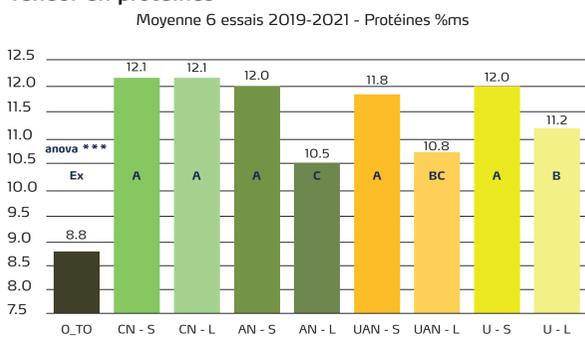
Pas d'effet de la composition chimique



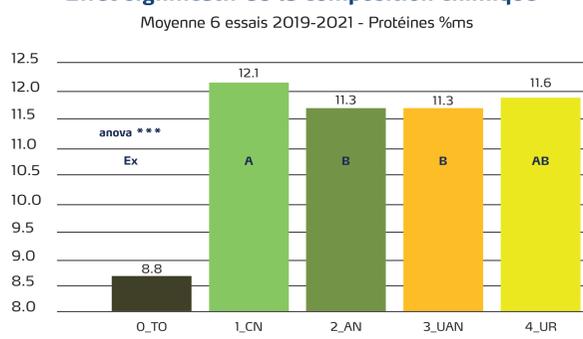
Effet très significatif de la présentation physique



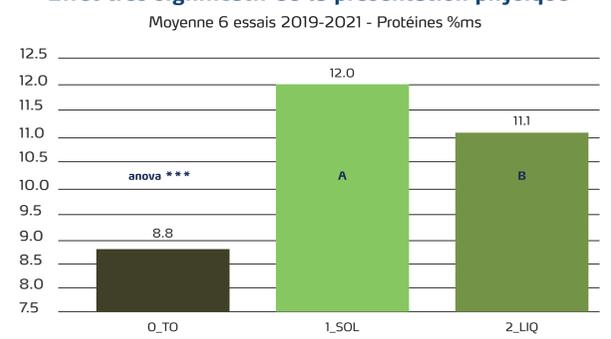
Teneur en protéines



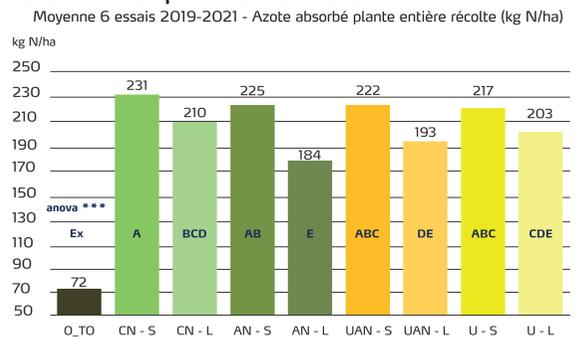
Effet significatif de la composition chimique



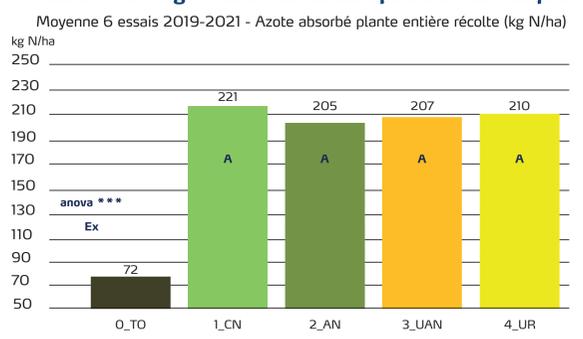
Effet très significatif de la présentation physique



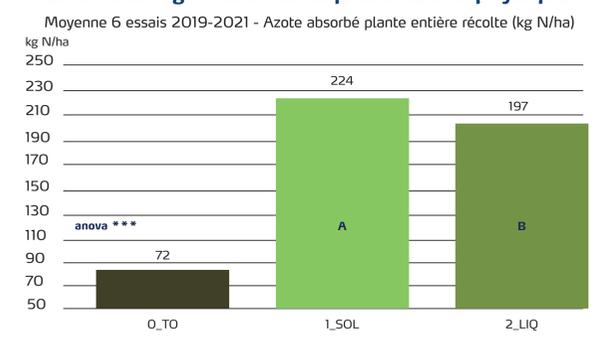
Azote absorbé plante entière récolte



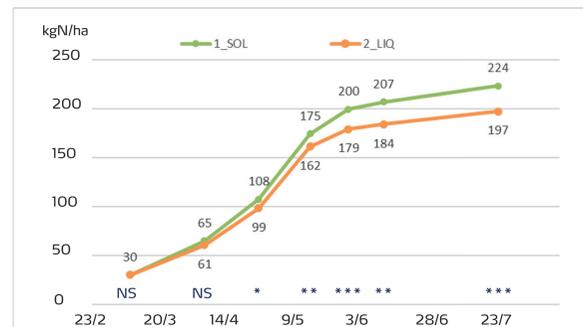
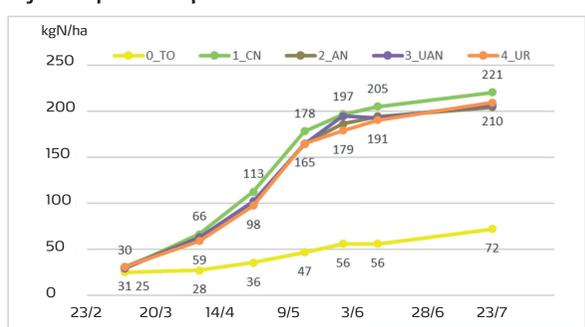
Pas d'effet significatif de la composition chimique



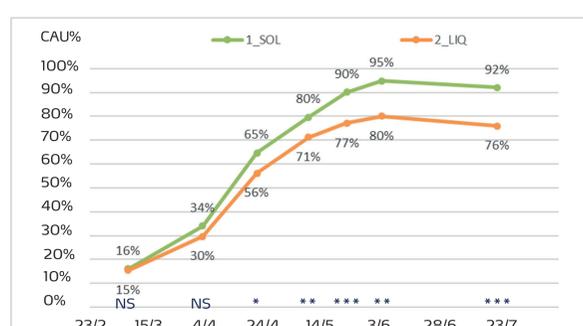
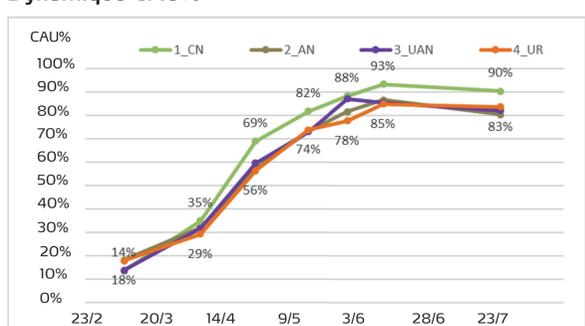
Effet très significatif de la présentation physique



Dynamique absorption N



Dynamique CAU%



Pas d'effet de la composition chimique

Effet significatif de la présentation physique

CONCLUSION

Ces 6 essais ont démontré de manière très convergente qu'il existait un **effet significatif de la présentation physique** des engrais azotés minéraux.

Systématiquement, **la forme liquide semble fournir des performances inférieures** aux formes solides sur le rendement, les teneurs en protéines, les quantités d'azote absorbés et les coefficients apparents d'utilisation de l'azote au long du cycle.

A contrario, la composition chimique de l'engrais azoté (N nitrique – ammoniacal – uréique), tous types de présentations physiques confondues, ne parait pas être un facteur statistiquement discriminant.

Néanmoins, le **nitrate de calcium** apporterait une **légère amélioration des performances** sur les quantités d'azote absorbé, teneur en protéines et CAU mais non significative.

La solution azotée « solide » (ammonitrate solide et urée solide) s'avère un engrais tout à fait performant à l'opposé du nitrate d'ammonium « liquide » souvent le moins performant des 8 engrais testés dans les conditions de nos essais.

Nous n'avons pas exploré les facteurs explicatifs de ce constat : organisation microbienne supérieure avec les formes liquides en raison d'une surface de contact supérieure avec le sol ? Ce type d'essai est actuellement étendu à d'autres cultures.