

FERTILISATION

Performances des engrais azotés sur blé tendre et blé dur d'hiver

A l'occasion de la commercialisation de nouvelles formes d'engrais azotés et de produits à action bio-stimulantes, ARVALIS-Institut du végétal a mis en place, depuis 2012, une série d'expérimentations pour étudier leurs performances sur blé tendre et blé dur d'hiver.

LES PRODUITS TESTES

Outre les références ammonitrate, urée granulée et solution azotée, 11 produits récemment commercialisés ou en cours d'homologation ont été évalués. Ils se classent en plusieurs catégories en fonction de leurs propriétés technologiques et agronomiques. Les caractéristiques principales des produits testés sont résumées dans le tableau 1.

Les urées additionnées d'un inhibiteur d'uréase

NEXEN™ (Koch Fertilizer Products SAS, commercialisé et testé depuis 2012), **UTEC® 46** (Eurochem Agro France, commercialisé à partir de 2014, en test dès 2013 dans nos essais) et **NOVIUS®** (In Vivo, commercialisé à partir de 2014, en test depuis 2015 dans nos essais) sont des urées granulées avec un additif (NBPT pour N-(n-Butyl) ThioPhosphoric Triamide) ayant la propriété d'inhiber l'hydrolyse de l'urée, et donc de ralentir la transformation de l'urée en ion ammonium (NH_4^+). Selon la bibliographie internationale, cette action de l'additif devrait diminuer les pertes par volatilisation ammoniacale et ainsi prodiguer une meilleure efficacité aux produits qui en contiennent par rapport à leur version sans additif. Du point de vue du processus de fabrication, les trois produits se distinguent notamment par la technique d'imprégnation des granules d'urée avec le NBPT. Un 4^{ème} produit dans cette catégorie est disponible depuis le printemps 2017. Il s'agit d'une **urée additionnée de LIMUS®** (BASF, en test depuis 2014 dans nos essais). Le LIMUS est un additif composé de deux molécules : le NBPT et le NPPT. La 2^{ème} est aussi un inhibiteur d'uréase mais qui cible une autre catégorie de cette enzyme que celle ciblée par le NBPT.

Les inhibiteurs d'uréase additifs à la solution azotée

AZKEEP® (Jouffray Drillaud, retard pris dans l'homologation, mise sur le marché annoncée pour fin 2018, en test depuis 2014 dans nos essais) est un additif liquide extemporané pour la solution azotée. Sa composition est à base de NBPT (N-(n-Butyl)

ThioPhosphoric Triamide) ayant la propriété d'inhiber l'hydrolyse de l'urée, et donc de ralentir la transformation de l'urée en ion ammonium (NH_4^+). Selon la bibliographie internationale, cette action de l'additif devrait diminuer les pertes par volatilisation ammoniacale et ainsi prodiguer une meilleure efficacité à la solution azotée. Dans cette catégorie, deux autres produits en cours d'homologation devraient être disponibles dans les années qui viennent. Il s'agit de **l'AGROTAIN®** (Koch Fertilizer Products SAS, en test depuis 2013 dans nos essais) qui contient du NBPT et du **LIMUS®** (BASF, testé depuis 2016 dans nos essais) qui contient du NBPT et du NPPT (cf. paragraphe sur les urées additionnées pour plus de détails sur le NPPT).

Les engrais à « azote protégé »

Trois engrais de la gamme CPRO (Fertiberia France, commercialisés depuis 2016) ont été testés en 2016 et 2017. Il s'agit du **NERGETIC® 30 ZIMACTIV**, du **NERGETIC® 20.17.0 CPRO** et du **NERGETIC® 18.8.6 CPRO**. La technologie de protection consiste en un traitement en usine avec un polymère qui, au contact de l'humidité du sol se gélifie et assure une libération progressive de l'azote et des autres éléments au fur et à mesure de sa dégradation par les micro-organismes du sol (source firme).

Les engrais avec additifs microbiens

FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18 (Fertemis/Lallemand Plant Care, commercialisé depuis 2014) est un engrais azoté soufré avec un additif microbien (le FerteVie-Wake) à base de levure *Saccharomyces cerevisiae* inactivée. Selon la firme, l'additif stimulerait l'ensemble de la flore du sol entraînant une accélération des phénomènes de minéralisation des matières organiques (pailles, résidus végétaux, produits résiduels organiques). Il améliorerait en cela l'implantation, la nutrition et la croissance des cultures. Il est préconisé en apport au stade tallage à 50 kgN/ha.

Tableau 1 : Caractéristiques principales des produits testés

| Nom | Firme | Statut réglementaire | Forme | Composition en éléments minéraux (% massique si pas d'autres précisions) | | | | | | Additif | Autres informations |
|---|---------------------------------|--------------------------------|---------|---|--------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----|---------------|--|
| | | | | N-Total | N-Urée | N-NH ₄ ⁺ | N-NO ₃ ⁻ | SO ₃ | MgO | | |
| Engrais azotés simples | | | | | | | | | | | |
| AMMONITRATE 33.5 | Générique | NFU-42 001 | Solide | 33.5 | | 16.75 | 16.75 | | | | |
| SOLUTION AZOTEE | Générique | NFU-42 001 | Liquide | 30 | 15 | 7.5 | 7.5 | | | | |
| UREE GRANULEE | Générique | NFU-42 001 | Solide | 46 | 46 | | | | | | |
| Urées additionnées d'un inhibiteur d'uréase | | | | | | | | | | | |
| NEXEN™ | KOCH Fertiliser Products SAS | Engrais CE | Solide | 46 | 46 | | | | | NBPT | |
| NOVIUS® | In-Vivo | Engrais CE | Solide | 46 | 46 | | | | | NBPT | |
| UTEC® 46 | EUROCHEM Agro France | Engrais CE | Solide | 46 | 46 | | | | | NBPT | |
| UREE+LIMUS® | BASF | Engrais CE | Solide | 46 | 46 | | | | | NBPT & NPPT | |
| Inhibiteurs d'uréase additifs à la solution azotée | | | | | | | | | | | |
| AZOKEEP® | JOUFFRAY DRILLAUD | En cours d'homologation | Liquide | | | | | | | NBPT | Additif à la solution azotée |
| AGROTAIN® | KOCH Fertiliser Products SAS | En cours d'homologation | | | | | | | | NBPT | Additif à la solution azotée |
| SOLUTION AZOTEE + LIMUS® | BASF | En cours d'homologation | | | | | | | | NBPT & NPPT | Additif à la solution azotée |
| Engrais à azote « protégé » | | | | | | | | | | | |
| NERGETIC® 30 ZIMACTIV | FERTIBERIA France | Engrais CE | Solide | 30 | 22 | 8 | 0 | 21 | | | Techno CPRO Fe=0.1% Mn=0.1% Mo=0.001% Zn=0.1% |
| NERGETIC® 20.17.0 CPRO | FERTIBERIA France | Engrais CE | Solide | 20 | 12.5 | 7.5 | 0 | 10 | | | Techno CPRO P ₂ O ₅ = 17 % |
| NERGETIC® 18.8.6 CPRO | FERTIBERIA France | Engrais CE | Solide | 18 | 0 | 15.5 | 2.5 | 25 | | | Techno CPRO P ₂ O ₅ = 8% K ₂ O = 6% |
| Engrais avec additifs microbiens | | | | | | | | | | | |
| FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18 | FERTEMIS / Lallemand Plant Care | NFU 44-204 (additif homologué) | Solide | 18 | 5 | 13 | | 35 | 3 | Fertevie-wake | Apport au stade tallage à 50 kgN/ha |

LES ESSAIS

7 essais ont été réalisés sur blé tendre et blé dur d'hiver au cours de la campagne 2016-2017. Le tableau 2 décrit leurs principales caractéristiques. L'année 2017 a été marquée par des reliquats sortie hiver particulièrement élevés pour l'ensemble des sites d'essais. Cela s'explique à la fois par les très faibles rendements de la campagne précédente qui ont induit des reliquats élevés à la récolte, un hiver sec avec peu ou pas de lixiviation du nitrate et des températures douces en sortie d'hiver favorable à la minéralisation. Les conditions de valorisation des apports d'engrais ont été mauvaises sur l'ensemble des essais, en particulier pour l'apport à épi 1 cm suivi d'une période sèche. Cela a été légèrement moins marqué dans l'essai réalisé dans le Gers. Les conditions de fin de cycle marquées par un épisode

caniculaire fin juin sur l'ensemble du territoire pouvaient laisser craindre un risque d'échaudage physiologique finalement non avéré au regard des rendements élevés à très élevés obtenus dans les essais. En raison des reliquats élevés et d'une probable forte minéralisation au printemps, le plateau de rendement des courbes de réponse du rendement à l'azote a été atteint très rapidement pour les doses X-50 voire X-100). Cependant, la précision statistique des essais reste satisfaisante et seule l'expérimentation de Bignan en Bretagne a été exclue, en raison d'une forte hétérogénéité de reliquats (apports historiques de lisier répartis inégalement sur la parcelle) et de dégâts de verse.

Tableau 2 : Caractéristiques principales des expérimentations 2017

| Essai | Bignan (56) | Lissay-Lochy (18) | Furdenheim (67) | Ecandeville-la-Campagne (27) | La Cheppe (51) | Montaut Les Crénaux (32) | Binas (41) |
|---|---------------|-------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Type de sol | Limon profond | Argilo-calcaire | Limons Loess | Limon battant | Craie blanche | Alluvions argilo limoneuses | Limons argileux |
| %MO | 3.2 | 4.0 | 2.9 | 1.6 | 2.7 | 2.4 | 3.8 |
| pHeau | 6.7 | 8.3 | 8.2 | 7.8 | 8.7 | 8.1 | 6.7 |
| P ₂ O ₅ Olsen (ppm) | 231 | 97 | 20 | 87 | 68 | 16 | 42 |
| Précédent | Maïs G. | Œillette | Maïs G. | Pomme de terre | Betterave Sucrière | Féverole | Colza |
| Travail du sol | Labour | Labour | Labour | Travail superficiel | Travail superficiel | Travail profond sans retournement | Travail profond sans retournement |
| Variété (espèce) | CELLULE (BTH) | APACHE (BTH) | CELLULE (BTH) | EXPERT (BTH) | LEAR (BTH) | OREGRAIN (BTH) | RELIEF (BDH) |
| Date de semis | 02/11 | 17/10 | 31/10 | 02/11 | 03/10 | 26/10 | 27/10 |
| Date de récolte | 02/08 | 07/07 | 19/07 | 01/08 | 19/07 | 22/06 | 11/07 |
| Dose X (kg N/ha) | 140 | 190 | 210 | 160 | 200 | 150 | 180 |
| ETR (q/ha 15% H.) | 3.4 | 1.8 | 1.7 | 3.0 | 2.5 | 3.7 | 2.4 |
| Rdt opti ammo. (q/ha) | / | 78.2 | 121.6 | 122.3 | 110.8 | 71.8 | 99.8 |
| Dose N opti ammo (kg N/ha) | / | 165 | 219 | 112 | 108 | 40 | 94 |

Dans tous les essais, la référence de comparaison est l'ammonitrate (à tous les apports) étudiée sous la forme d'une courbe de réponse à des doses croissantes d'engrais (4 à 5 doses selon les essais en plus du témoin sans apport). Dans les essais testant les additifs à la solution azotée, une courbe de réponse pour la solution azotée (à tous les apports) a aussi été réalisée. Les courbes de réponse ont fait l'objet d'un traitement statistique afin de les modéliser selon un formalisme différent selon que l'on s'intéresse au rendement ou à la teneur en protéines du grain (cf. encadré 1). Dans les essais testant les urées additionnées d'un inhibiteur d'uréase, une référence urée 46 (à tous les apports) a aussi été introduite, à deux doses totales d'azote (X-50 kg N/ha, X). Dans les essais testant le FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18, un témoin ammonitrate avec 50 kg N/ha apporté au tallage (au lieu de 40 kg N/ha du témoin standard) a été conduit à deux doses totales d'azote (X-50 kg N /ha, X). En effet, le produit ne

pouvant être épandu à moins de 50 kg N/ha pour respecter la dose minimale d'additif microbien à apporter, il était nécessaire de disposer d'un 2^{ème} témoin pour exclure un effet « fractionnement » d'un éventuel effet du produit en lui-même. De même, le NERGETIC 30 ZIMACTIV apporté selon les préconisations du fabricant aux doses X-130 kg N/ha et X-80 kg à épi 1 cm suivi d'un apport DFE de 80 kg N/ha a été comparé à un 2nd témoin ammonitrate conduit avec le même mode de fractionnement. Enfin, pour se prémunir d'un éventuel effet « nutrition soufrée » de certains produits, tous les essais ont bénéficié d'une couverture soufre pour éviter une éventuelle carence en cet élément.

Tous les produits ont été testés à une ou deux doses totales d'azote (X-50 kgN/ha, X et/ou X+50 kgN/ha selon les produits, avec X = dose totale d'azote prévisionnelle), la comparaison des rendements et des teneurs en protéines a été réalisée selon trois méthodes statistiques décrites dans l'encadré 2.

1 – Ajustement des courbes de réponses à l'azote pour les références

La réponse à des doses croissantes d'azote apportée par les engrais de références (ammonitrate dans tous les essais, solution azotée en plus dans certains cas) a été évaluée avec un dispositif en « courbe de réponse » (4 à 5 doses selon les essais en plus du témoin sans apport). Concernant le rendement, cette dernière est modélisée avec un formalisme en « quadratique-plateau » (cf. équation 1). Concernant la teneur en protéines du grain, le formalisme retenu est une régression linéaire affine en excluant le témoin sans apport d'azote.

$$\text{[Eq.1]} \quad \text{Si } N < x_0 : RDT = p - b * (N - x_0)^2$$
$$\text{Si non: } RDT = p$$

Avec : N= dose totale d'azote appliquée (kg N/ha)

RDT = rendement grain (q/ha 15% hum.)

p = rendement sur le plateau (q/ha 15% hum.)

x₀ = dose N au début du plateau (kg N/ha)

b = paramètre de « courbure » (q/(kg N²/ha))

L'optimum de fertilisation azotée pour le rendement est déterminé de la façon suivante :

*Rendement optimal = 0.97 * p*

Dose N optimale = dose N correspondant au rendement optimal sur la courbe de réponse

2 – Méthodes statistiques utilisées

Dans chaque essai, la performance des produits est évaluée selon 3 méthodes statistiques :

- Comparaison des modalités par contrastes suite à l'analyse de variance
- Comparaison de moyenne (test de Student) par rapport à la courbe de réponse référence modélisée
- Comparaison par rapport à l'intervalle de confiance à 95% de la courbe de réponse référence. Cette dernière méthode n'est pas un test statistique en soit, mais plutôt un indicateur confirmant une « tendance ». L'information est donc à considérer avec précaution si elle est la seule à indiquer un effet significatif du produit.

Dans les synthèses pluriannuelles, la performance des produits est évaluée par comparaison de moyennes appariées (test de Student).

Les figures reprennent les légendes suivantes : *** = différence significative au seuil de 1% ; ** = différence significative au seuil de 5% ; * = différence significative au seuil de 10% ; ^{NS} = différence non significative.

PERFORMANCE DES UREES ADDITIONNEES D'INHIBITEUR D'UREASE

Les résultats des synthèses pluriannuelles sont fournis en figures 1 à 4. En situation de moindre performance de l'urée par rapport à l'ammonitrate (rendement et teneur en protéines), l'imprégnation d'urée avec un ou plusieurs inhibiteurs d'uréase permet de maintenir son efficacité au niveau de celle de l'ammonitrate pour le rendement pour NEXEN, UTEC et Urée+LIMUS. En revanche, on constate un léger recul sur la teneur en protéines par rapport à l'ammonitrate (significatif pour NEXEN, non significatif pour UTEC et Urée+LIMUS) néanmoins ces produits affichent une performance largement supérieure à celle de l'urée. Dans le cas de NOVIUS, le rendement est compris entre celui obtenu

avec l'ammonitrate et celui de l'urée sans que ces résultats ne soient significativement différents. On observe pour ce produit un maintien de la teneur en protéines au niveau de l'ammonitrate. Si on considère toutes les situations, NEXEN, UTEC et Urée+LIMUS affichent une meilleure performance que l'ammonitrate et l'urée sur le rendement, tout en maintenant une teneur en protéines au même niveau que l'ammonitrate et significativement plus élevée que l'urée. Concernant le NOVIUS, on n'observe pas de différence significative de rendement avec l'ammonitrate et l'urée et un taux de protéines équivalent à l'ammonitrate et donc significativement supérieur à l'urée.

PERFORMANCE DES INHIBITEURS D'UREASE ADDITIONNEES A LA SOLUTION AZOTEE

Les résultats des synthèses pluriannuelles d'évaluation de l'AZOKEEP, l'AGROTAIN et la solution azotée + LIMUS sont fournis respectivement en figures 5 à 7. Ils convergent vers un positionnement intermédiaire de la solution azotée+additif entre la solution azotée solo et l'ammonitrate. Ce dernier reste l'engrais le plus performant à la fois sur le rendement et la teneur en protéines (différence de rendement et de teneur en protéines significative avec les trois produits évalués).

Par rapport à la solution azotée solo, l'ajout d'inhibiteur d'uréase engendre un gain significatif de teneur en protéines avec l'AZOKEEP et l'AGROTAIN mais ce n'est pas le cas avec LIMUS en additif de la solution azotée (même tendance mais sans différence significative). Pour ces trois produits, une légère tendance à un meilleur rendement semble se dessiner mais n'est pas confirmée statistiquement.

PERFORMANCE DES PRODUITS DE LA GAMME CPRO

Les résultats 2016 et 2017 d'évaluation des produits de la gamme CPRO sont fournis dans les figures 8 à 10. On ne constate pas de résultats significatifs en ce qui concerne le rendement bien qu'une tendance à un léger gain semble apparaître pour le NERGETIC 18.8.6. En revanche, 2 des 3 produits évalués (le NERGETIC 20.17.0 et le NERGETIC 18.8.6) présentent une teneur en protéines significativement inférieure à l'ammonitrate. En ce qui concerne le NERGETIC 30 ZIM, les modalités de fractionnement préconisées étant différentes de celles mises en œuvre sur le témoin ammonitrate (report de 40 kg N/ha du stade épi 1 cm au stade DFE par rapport au témoin), un témoin ammonitrate 80 kg N/ha à

DFE (au lieu de 40) a été ajouté en 2017. Sur certains essais individuels de 2017, on observe simultanément une légère perte significative de rendement et un léger gain significatif de teneur en protéines, aussi bien pour le NERGETIC 30 ZIM que pour le témoin ammonitrate DFE 80 kg N/ha qui semble davantage indiquer un effet du fractionnement qu'un effet produit. Le caractère atypique des campagnes 2016 (forte pluviométrie et très faible ensoleillement au printemps) et 2017 (reliquats azotés très élevés en sortie d'hiver) implique toutefois la nécessité de poursuivre le référencement en 2018 pour consolider ces conclusions.

PERFORMANCE DU FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18

Les résultats de la synthèse pluriannuelle d'évaluation du FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18 sont fournis en figure 11. Une tendance à un meilleur rendement semble se dessiner bien que la significativité statistique du regroupement ne le confirme pas (effet significatif sur quelques essais individuels). Un effet négatif significatif sur la teneur en protéines est par contre mis en

évidence. Le produit devant s'appliquer à 50 kgN/ha au tallage et le témoin ammonitrate s'appliquant à 40 kg N/ha, les essais 2016 et 2017 comportaient un témoin supplémentaire ammonitrate avec 50 kg N/ha au tallage. Aucun impact significatif du fractionnement n'a été mis en évidence, confirmant le fait que l'effet du produit n'est pas dû à un apport plus important d'azote au tallage.

Figure 1 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de NEXEN™ et d'urée 46

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 6 années d'essais (21 essais ARVALIS, récoltes 2012 à 2017). Comparaisons sur tous les apports (57 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[NEXEN-AMMO] : RDT= +1.0 q/ha** ; TX PROT= - 0.02 %^{NS}
 [NEXEN-UREE] : RDT= +1.4 q/ha*** ; TX PROT= + 0.24 %***
 [UREE-AMMO] : RDT= -0.3 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.27 %***

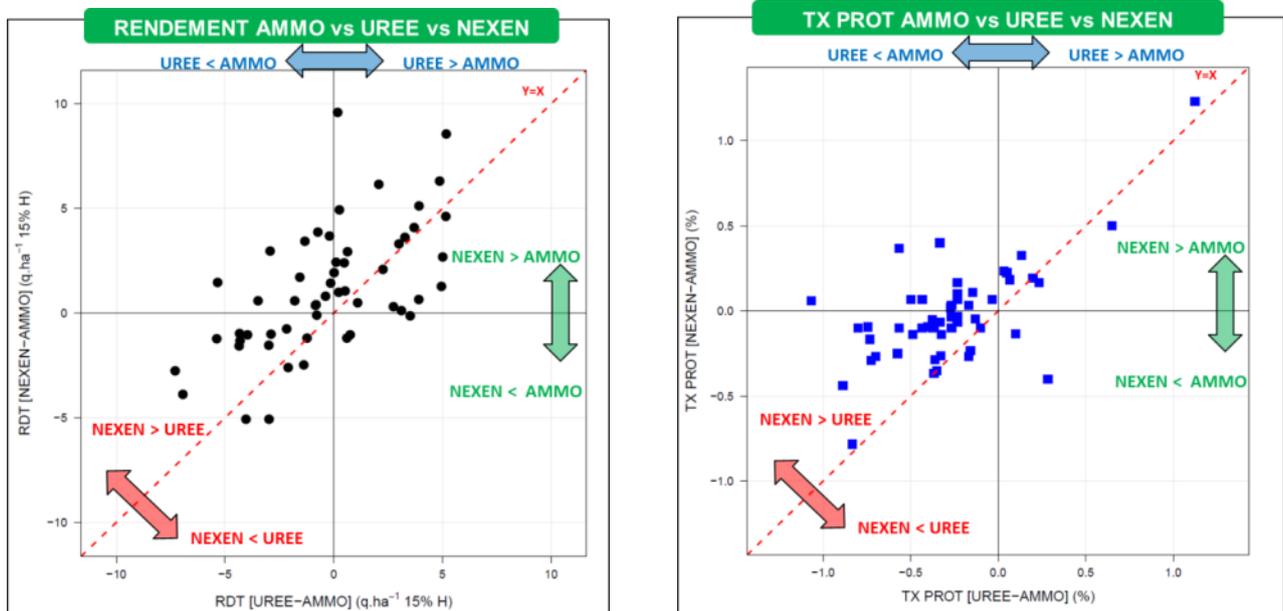


Figure 2 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport d'UTEC® 46 et d'urée 46

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 5 années d'essais (16 essais ARVALIS, récoltes 2013 à 2017). Comparaisons sur tous les apports (32 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[UTEC-AMMO] : RDT= + 1.1 q/ha* ; TX PROT= - 0.04 %^{NS}
 [UTEC-UREE] : RDT= + 1.3 q/ha* ; TX PROT= + 0.15 %*
 [UREE-AMMO] : RDT= -0.3 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.22 %***

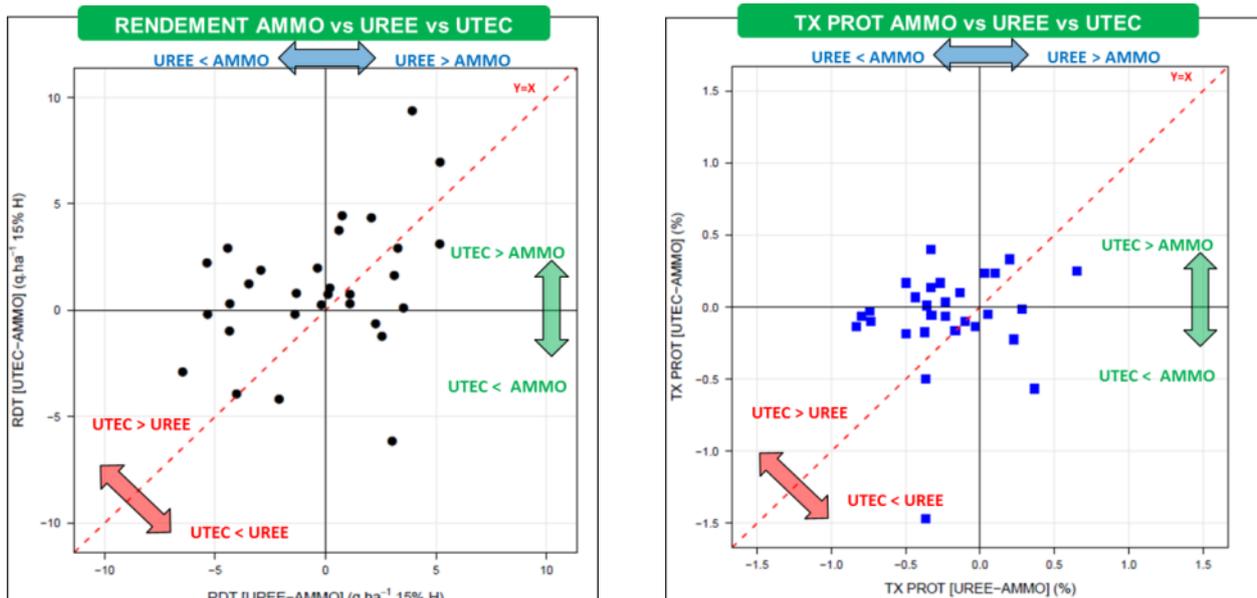


Figure 3 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de NOVIUS® et d'urée 46

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 3 années d'essais (9 essais ARVALIS, récoltes 2015 à 2017). Comparaisons sur tous les apports (18 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[NOVIUS-AMMO] : RDT= + 0.1 q/ha^{NS} ; TX PROT= 0.00 %^{NS}
 [NOVIUS-UREE] : RDT= + 0.2 q/ha^{NS} ; TX PROT= + 0.27 %^{***}
 [UREE-AMMO] : RDT = - 0.1 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.26 %^{***}

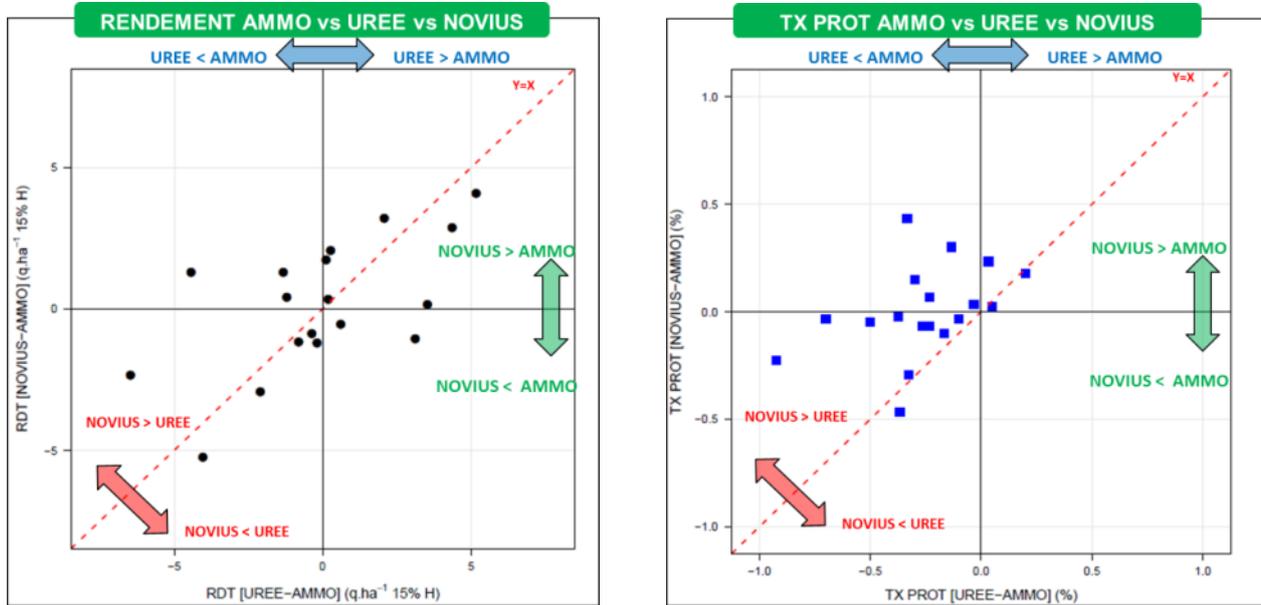


Figure 4 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport d'urée 46+LIMUS® et d'urée 46

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 4 années d'essais (10 essais ARVALIS, récoltes 2014 à 2017). Comparaisons sur tous les apports (20 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[(UREE+LIMUS)-AMMO] : RDT = + 2.3 q/ha^{***} ; TX PROT= - 0.03 %^{NS}
 [(UREE+LIMUS)-UREE] : RDT = + 2.0 q/ha^{***} ; TX PROT= + 0.15 %^{NS}
 [UREE-AMMO] : RDT = + 0.4 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.18 %^{**}

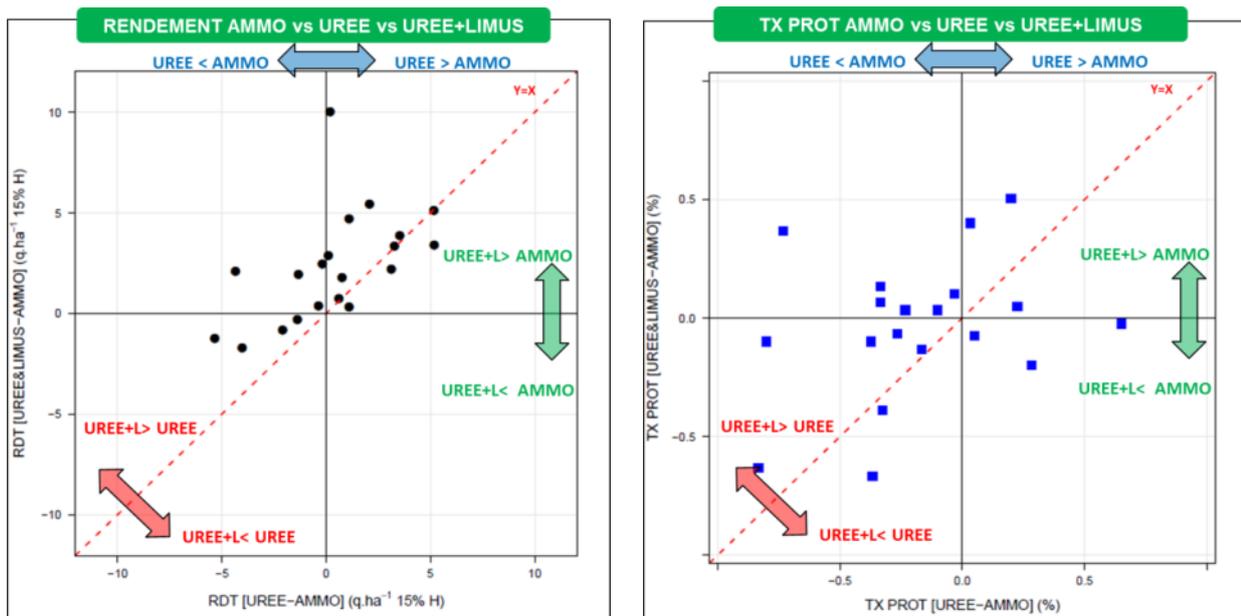


Figure 5 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de solution azotée+AZOKEEP® et de solution azotée

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 4 années d'essais (11 essais ARVALIS, récoltes 2014 à 2017). Comparaisons sur tous les apports (22 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[(SOL N+AZOKEEP)-AMMO] : RDT = - 2.7 q/ha*** ; TX PROT = - 0.38 %***

[(SOL N+AZOKEEP)-SOL N] : RDT = + 0.4 q/ha^{NS} ; TX PROT = + 0.18 %***

[SOL N-AMMO] : RDT = - 3.2 q/ha*** ; TX PROT = - 0.56 %***

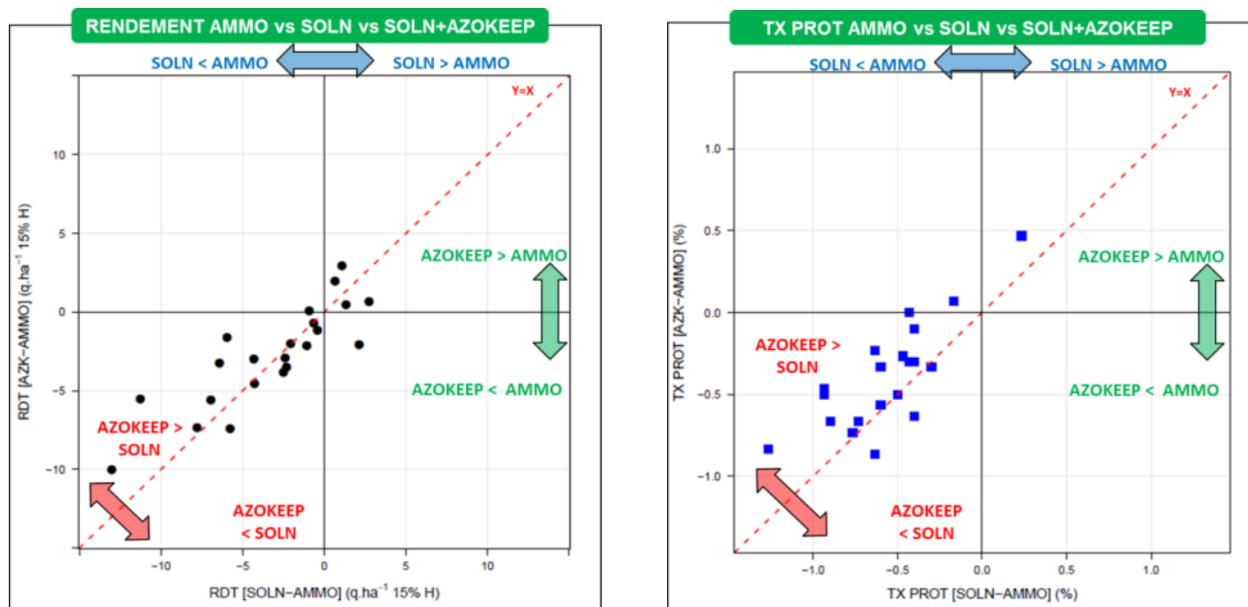


Figure 6 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de solution azotée+AGROTAIN® et de solution azotée

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 4 années d'essais (12 essais ARVALIS, récoltes 2013 à 2017). Comparaisons sur tous les apports (34 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[(SOL N+AGROTAIN)-AMMO] : RDT = - 2.5 q/ha*** ; TX PROT = - 0.39 %***

[(SOL N+AGROTAIN)-SOL N] : RDT = + 0.3 q/ha^{NS} ; TX PROT = + 0.18 %***

[SOL N-AMMO] : RDT = - 2.8 q/ha*** ; TX PROT = - 0.57 %***

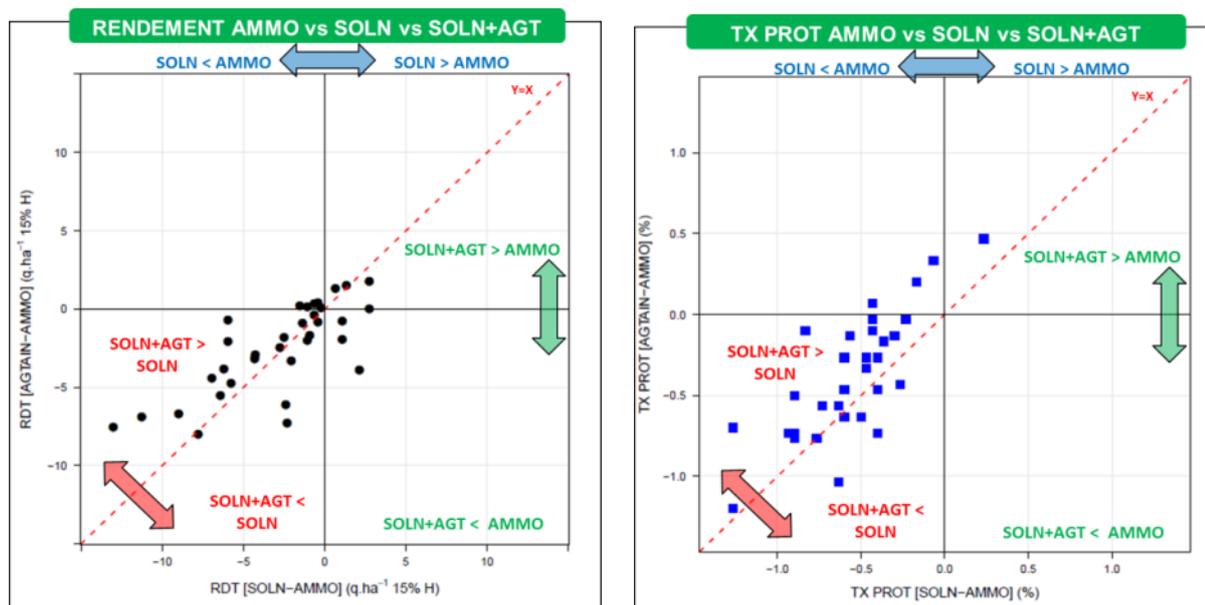


Figure 7 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de solution azotée+LIMUS® et de solution azotée

Résultats exprimés en écart à l'ammonitrate à dose totale N équivalente. Synthèse pluriannuelle sur 2 années d'essais (6 essais ARVALIS, récoltes 2016 et 2017). Comparaisons sur tous les apports (12 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) :

[(SOL N+LIMUS)-AMMO] : RDT = - 0.3 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.40 %^{***}

[(SOL N+LIMUS)-SOL N] : RDT = + 0.2 q/ha^{NS} ; TX PROT = + 0.09 %^{NS}

[SOL N-AMMO] : RDT = - 0.5 q/ha^{NS} ; TX PROT = - 0.48 %^{***}

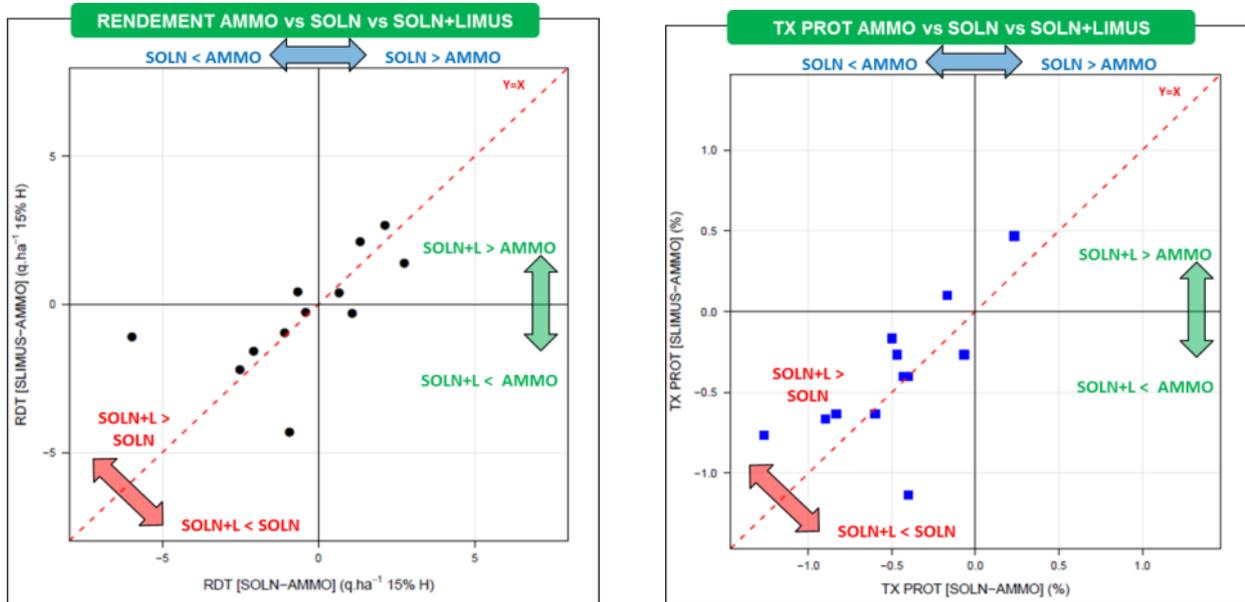


Figure 8 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de NERGETIC 30 ZIM et d'ammonitrate

Synthèse pluriannuelle sur 2 années d'essais (8 essais ARVALIS, récoltes 2016 et 2017). NERGETIC 30 ZIM apporté à Z30 (autres apports : 40 kg N/ha au tallage et DFE en 2016, impasse au tallage et 80 kg N/ha à DFE en 2017 ; apports tallage et DFE du témoin AMMO = 40 kg N/ha en 2016 et 2017) Comparaisons sur tous les apports (16 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) : [(NERGETIC 30 ZIM)-AMMO] :

RDT = - 0.4 q/ha^{NS} ; TX PROT= + 0.01 %^{NS}

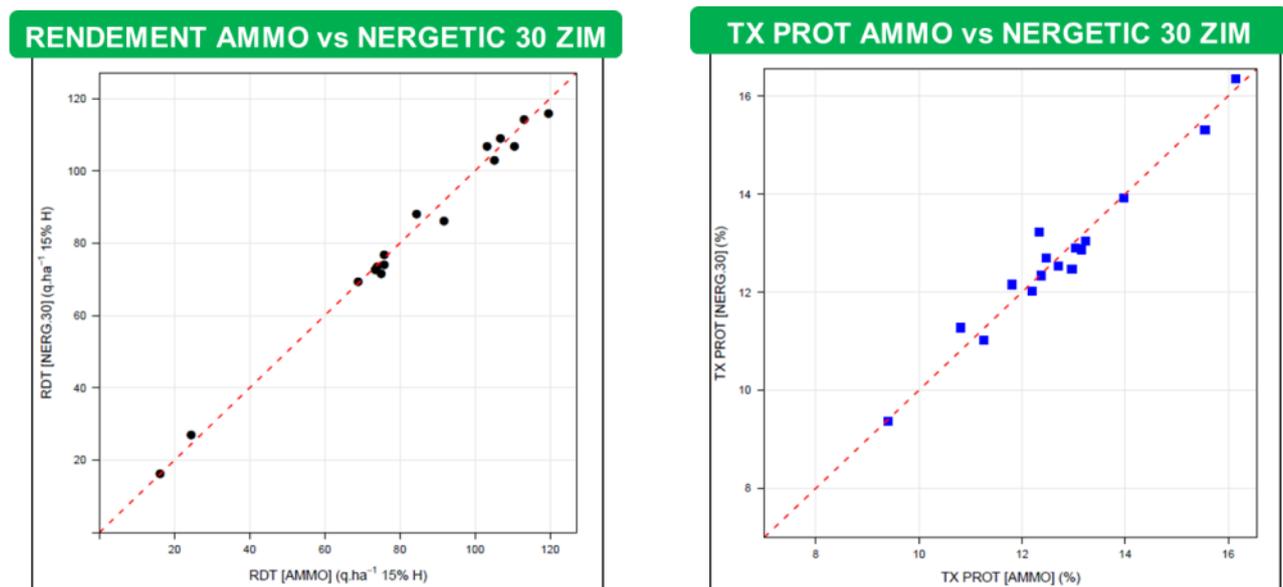


Figure 9 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de NERGETIC 20.17.0 et d'ammonitrate

Synthèse pluriannuelle sur 2 années d'essais (4 essais ARVALIS, récoltes 2016 et 2017). NERGETIC 20.17.0 apporté au tallage à 40 kg N/ha (autres apports : AMMO) Comparaisons sur tous les apports (8 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) : [(NERGETIC 20.17.0)-AMMO] : RDT = - 0.4 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.23 %**

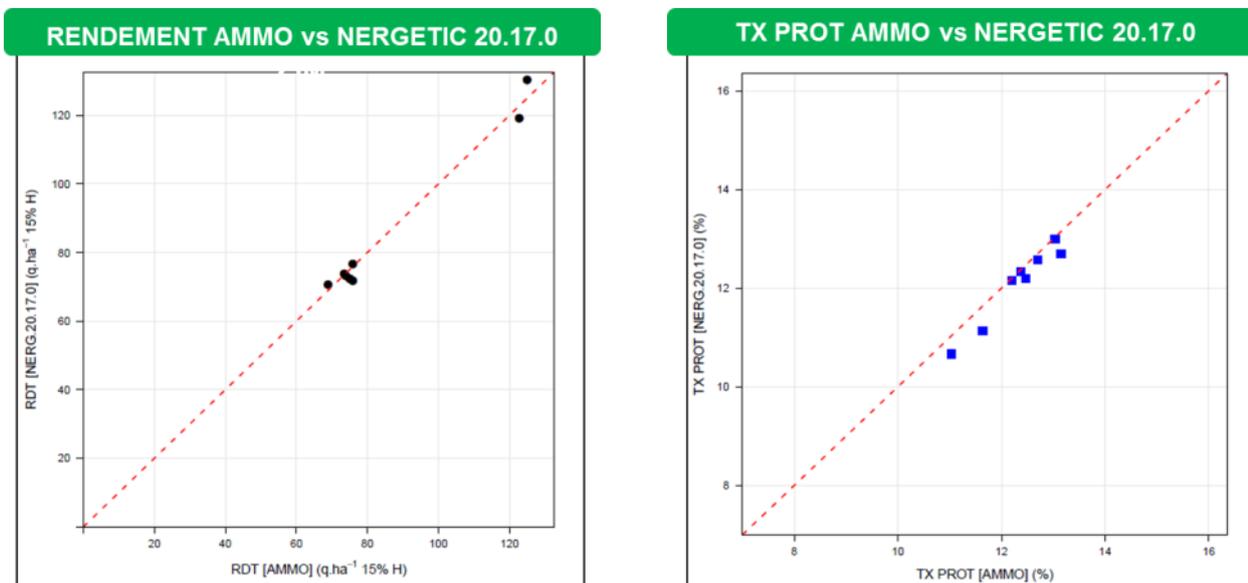


Figure 10 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de NERGETIC 18.8.6 et d'ammonitrate

Synthèse pluriannuelle sur 2 années d'essais (3 essais ARVALIS, récoltes 2016 et 2017). NERGETIC 18.8.6 apporté au tallage à 40 kg N/ha (autres apports : AMMO) Comparaisons sur tous les apports (6 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) : [(NERGETIC 18.8.6)-AMMO] : RDT = + 0.8 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.14 %*

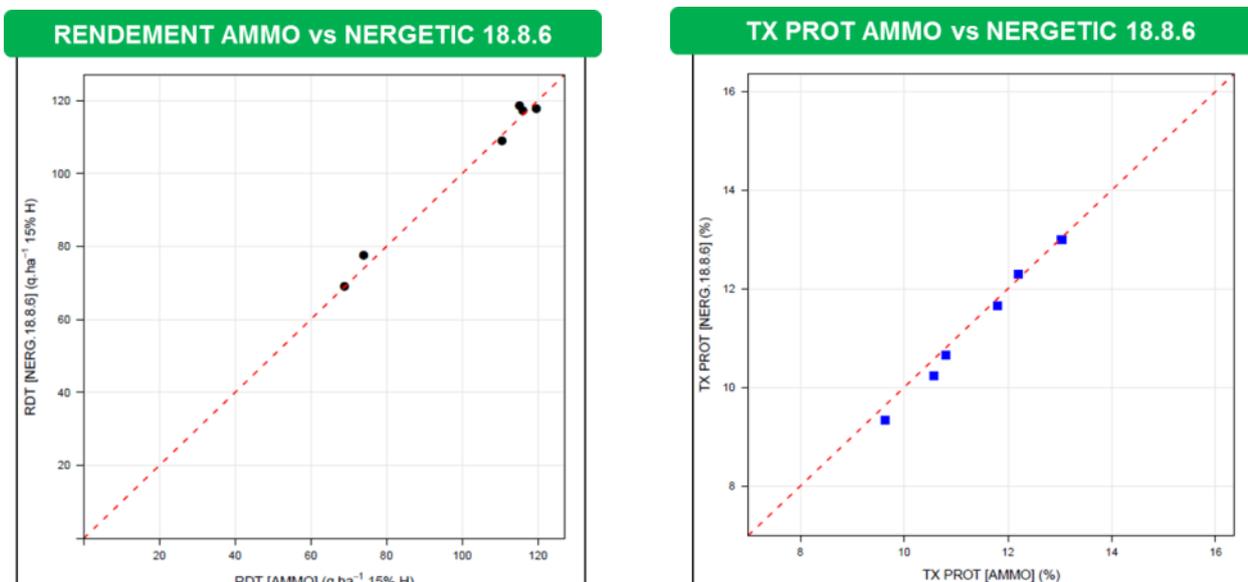
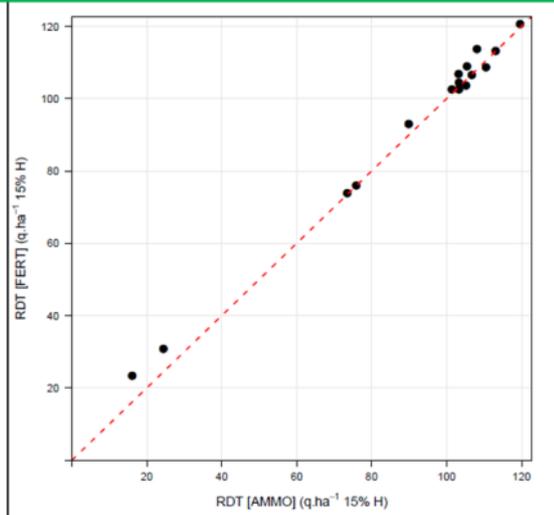


Figure 11 : Rendement et teneur en protéines suite à l'apport de FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18 et d'ammonitrate

Synthèse pluriannuelle sur 3 années d'essais (8 essais ARVALIS, récoltes 2015 à 2017). FERTEVIE WAKE 1.8% AZO 18 apporté à 50 kg N/ha au tallage (autres apport = AMMO ; apport tallage du témoin AMMO=40 kg N/ha) (16 points). Performances moyennes toutes situations (cf. encadré pour les légendes statistiques) : [(FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18)- AMMO] : RDT= +1.9 q/ha^{NS} ; TX PROT= - 0.18 %**

RENDEMENT AMMO vs FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18



TX PROT AMMO vs FERTEVIE-WAKE® 1,8% AZO 18

