

# FERTILISATION

# Fertilisation

## FLAMBEE DES COURS DE L'AZOTE : QUELLE CONDUITE TENIR POUR LES BLES SEMES CET AUTOMNE ?

Depuis plusieurs semaines, le cours des engrais azotés ne cesse d'augmenter pour atteindre des prix records qui n'avaient encore jamais été atteints jusqu'à présent.

L'ammonitrate, dont le prix moyen ramené au kg d'azote s'établissait à 0.95 € sur les 5 dernières années, a vu son prix plus que doubler. L'urée et la solution azotée subissent une hausse des prix similaire voire encore plus importante.

Outre l'impact direct sur les coûts de production, cette tension sur le marché des engrais occasionne de fortes difficultés d'approvisionnement, qui se traduisent par un retard important des livraisons, en comparaison aux campagnes précédentes. La situation actuelle laisse

présager que de nombreuses commandes d'engrais ne pourront pas être honorées à temps pour les apports d'azote au printemps prochain.

Dans ce contexte inédit, deux principales questions se posent :

- Faut-il raisonner le calcul de la dose d'azote sur la base d'un optimum technique ou désormais viser l'optimum technico-économique ?

- Dans les situations où les besoins en approvisionnement n'auront pas été entièrement satisfaits, quelle stratégie de fertilisation faudra-t-il adopter ?

## FAUT-IL DESORMAIS RAISONNER LA DOSE D'AZOTE SUR LA BASE D'UN OPTIMUM TECHNICO-ECONOMIQUE ?

En règle générale, la dose d'azote à l'optimum technique (que l'on vise en calculant la dose d'azote prévisionnelle avec la méthode du bilan, réajustée en cours de campagne à l'aide d'un outil de pilotage) et la dose d'azote à l'optimum économique sont quasiment équivalentes.

C'était le cas pendant la période septembre 2016 – septembre 2021, avec un coût moyen de l'ammonitrate sur cette période de 320 €/t soit 0.95 €/kg N et un prix de vente moyen du blé de 170 €/t.

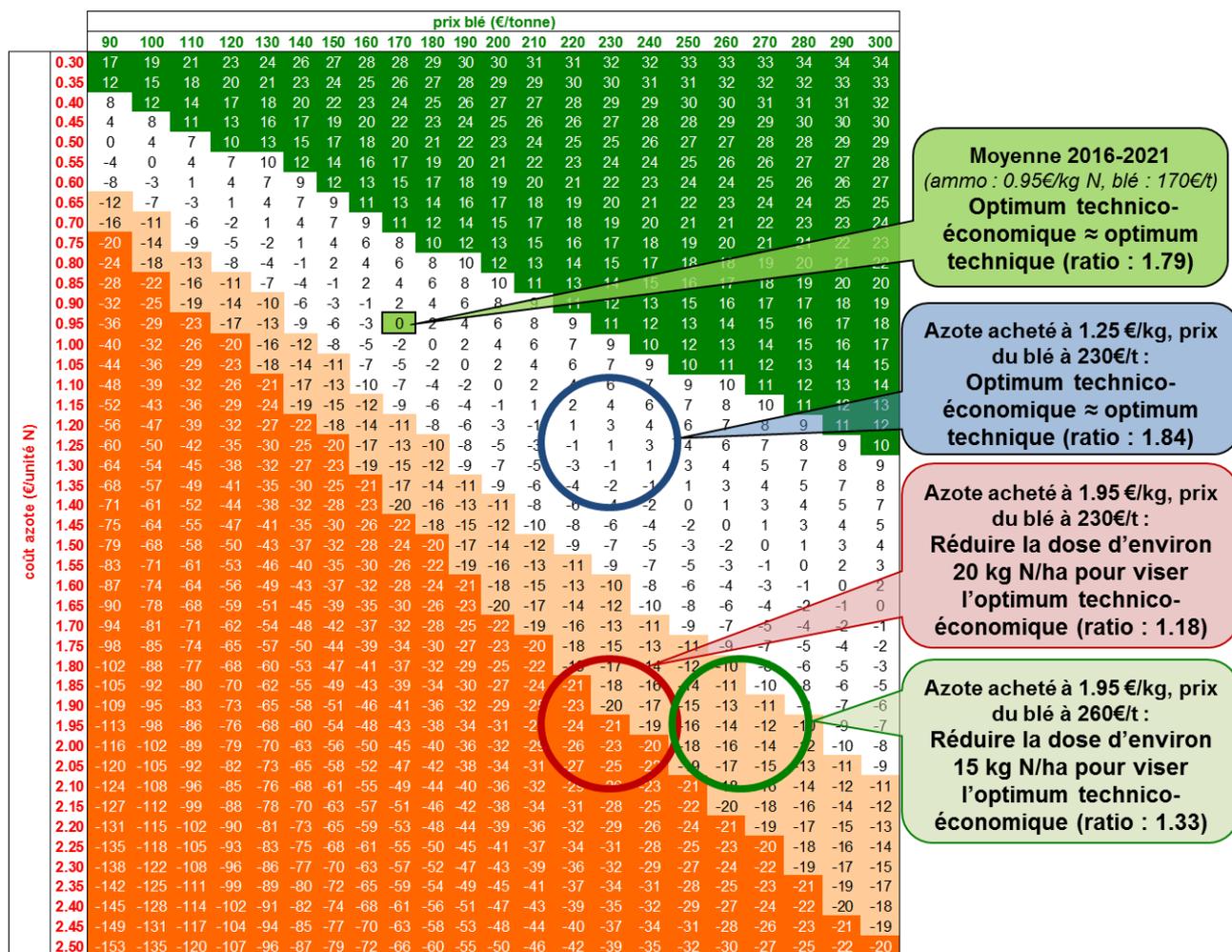
Cependant, compte-tenu des prix de l'azote qui s'envolent, la question de revoir à la baisse les doses

d'azote sur les blés en cours de semis est tout à fait légitime.

À partir de l'analyse de plus de 600 essais historiques comportant des courbes de réponse à l'azote, Arvalis a constitué une table illustrant les variations d'écart de dose d'azote à apporter entre une parcelle conduite à l'optimum technique (où l'on vise à maximiser le rendement) et une parcelle conduite à l'optimum technico-économique (où l'on vise à maximiser la marge brute) en fonction de 2 critères économiques : le prix de l'azote ainsi que celui du blé (figure 1).

**Figure 1 : Ecart de dose d'azote entre l'optimum technique et l'optimum technico-économique en fonction du prix du blé et de l'azote**

Ratio : rapport entre le prix de vente du blé (€/t) et celui des engrais azotés (€/100 kg de N)



**Moyenne 2016-2021**  
(ammo : 0.95€/kg N, blé : 170€/t)  
**Optimum technico-économique ≈ optimum technique (ratio : 1.79)**

**Azote acheté à 1.25 €/kg, prix du blé à 230€/t :**  
**Optimum technico-économique ≈ optimum technique (ratio : 1.84)**

**Azote acheté à 1.95 €/kg, prix du blé à 230€/t :**  
**Réduire la dose d'environ 20 kg N/ha pour viser l'optimum technico-économique (ratio : 1.18)**

**Azote acheté à 1.95 €/kg, prix du blé à 260€/t :**  
**Réduire la dose d'environ 15 kg N/ha pour viser l'optimum technico-économique (ratio : 1.33)**

Les prix de l'azote et du blé sont souvent liés (notamment pour des raisons de fret et de coût de production). Malgré une certaine volatilité des prix, les optima techniques et technico-économiques sont souvent confondus (zone blanche du tableau). Toutefois, dans le contexte actuel, le prix de l'azote augmente beaucoup plus vite que celui du blé. Il peut alors s'avérer judicieux de prendre en compte la dimension économique dans le raisonnement des doses d'azote à apporter.

Ainsi, pour un prix d'achat des engrais au cours actuel<sup>50</sup> du marché (de l'ordre de 1.95 €/ kg d'azote pour de l'ammonitrate) et pour un prix du blé négocié pour la prochaine campagne à 230 €/t, il faudrait réduire la fertilisation azotée d'environ 20 kg N/ha par rapport à l'optimum technique (cas 1 : cercle rouge sur la figure). **Cependant, la réduction de la dose totale peut engendrer une baisse de la teneur en protéines. Dans certains cas, cette baisse pourrait conduire à des réfections et donc à une diminution du prix du blé déjà négocié.**

En revanche, dans des situations où l'approvisionnement en engrais azotés a pu être réalisé suffisamment tôt, lorsque leur prix n'excédait pas encore 1.25 €/kg d'azote, les doses d'azote à l'optimum technique et à l'optimum technico-économique sont équivalentes (cas 2 : cercle bleu sur la figure).

Les cours du blé ont également tendance à augmenter dans la conjoncture actuelle et il peut s'avérer judicieux de commencer à contractualiser afin de sécuriser le prix du blé. Ceci permettra en outre, de faire le bon calcul de dose !

Ainsi, en faisant l'hypothèse que le prix du blé négocié pour la prochaine campagne atteigne 260 €/t, et sur la base d'engrais azotés achetés actuellement\*, la réduction de la dose d'azote ne serait plus que de 15 kg N/ha pour viser l'optimum technico-économique (cas 3 : cercle vert sur la figure).

<sup>50</sup> Estimation au 15/10/2021, dans le contexte de volatilité des prix actuel, ces valeurs sont susceptibles d'évoluer rapidement.

Compte tenu de l'évolution très rapide des prix, ces indications bien évidemment n'ont valeur que d'exemple et il convient de se reporter à la matrice de la figure 1 pour adapter le raisonnement à chaque situation.

En plus de la matrice pour définir l'optimum technico-économique, afin de juger rapidement de l'intérêt ou non à réduire la dose d'azote, il est également possible de

s'appuyer sur un indicateur simple : le **ratio Prix du blé/ Prix de l'azote** (exprimé en €/t de blé sur des € pour 100 kg d'azote). En dessous d'une valeur de 1.2 pour ce ratio (cas 2 : cercle bleu sur la figure), il devient opportun de **viser l'optimum technico-économique** plutôt que l'optimum technique (zone représentée en orange foncé sur la figure 1) et de baisser la dose d'azote en conséquence.

## EN CAS DE DEFAUT D'APPROVISIONNEMENT, QUELLE CONDUITE ADOPTER ?

Au-delà des considérations sur le prix de l'engrais, dans un certain nombre de situations, il faut s'attendre à une pénurie d'azote, qui va contraindre les agriculteurs à réduire la dose à apporter entraînant probablement des baisses de rendement et de teneur en protéines.

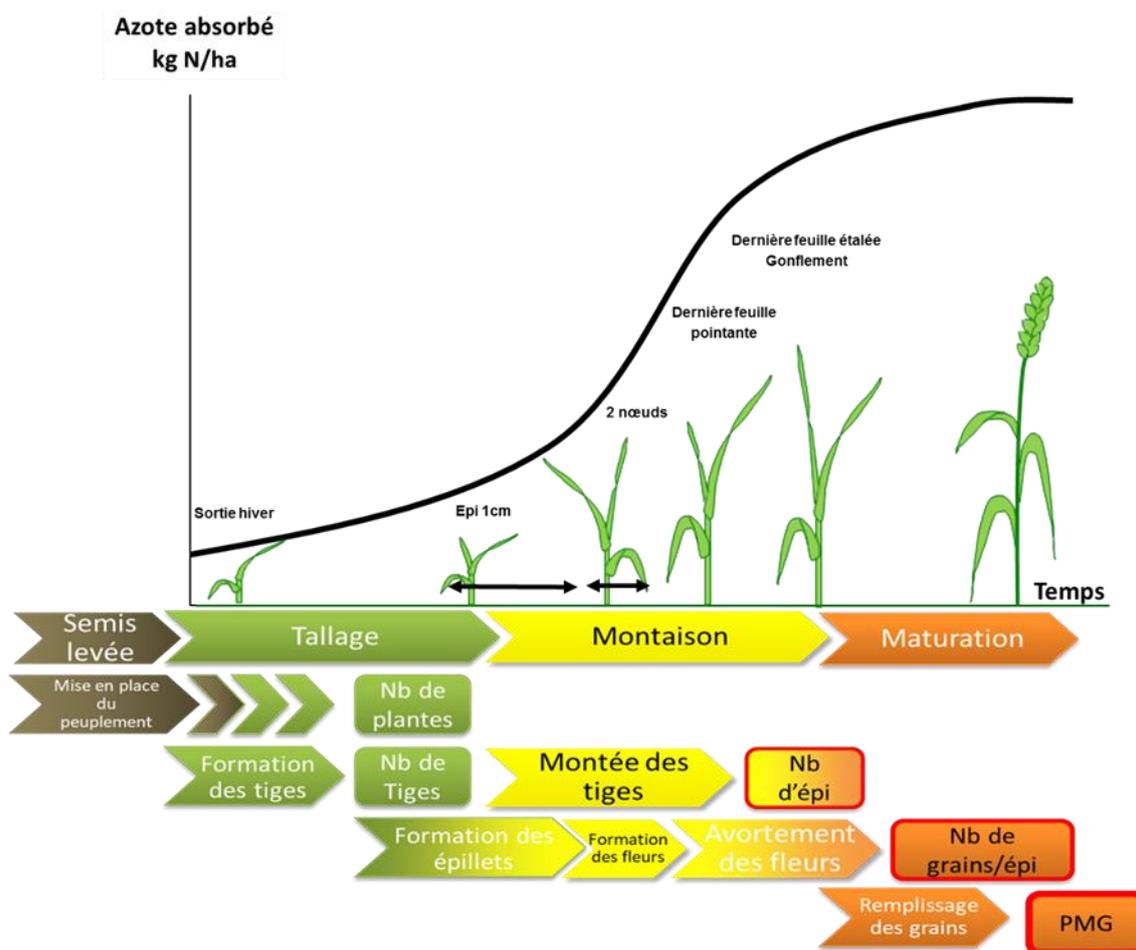
Tant que cette réduction de la dose d'azote correspond peu ou prou au passage de la dose à l'optimum technique à la dose à l'optimum technico économique, la marge brute du blé devrait être assez peu impactée.

En revanche, si la disponibilité en engrais azotés est insuffisante pour atteindre l'optimum technico-économique, plus la dose d'azote totale sera réduite et plus le manque à gagner pourrait être important.

Dans, les deux cas, se posera la question de savoir quand (sur quel apport ?) et comment (de combien ?) réduire la dose d'azote.

**Plus que jamais, chaque unité d'azote apportée va compter, et il conviendra d'être extrêmement vigilant à bien valoriser tous les apports !**

Figure 2 : Cinétique d'absorption de l'azote par le blé



Il est bon de rappeler que la fertilisation azotée doit venir uniquement en complément de l'azote du sol disponible sous forme minérale, pour soutenir les besoins du blé tout au long de son cycle de développement. Il est également important de souligner que les besoins en azote sont relativement faibles durant toute la phase de tallage, où s'établit le nombre de tiges. En revanche, à partir de la montaison, les besoins journaliers sont les plus élevés (figure 2). L'évaluation de la disponibilité en azote minéral du sol cette année, à la fois en termes de quantité totale pendant la période du bilan et de cinétique de mise à disposition dès l'hiver, permet donc de comptabiliser plus exactement la quantité d'azote issu du fertilisant azoté nécessaire pour compléter les fournitures du sol.

Apporté tôt dans le cycle et en quantité importante, l'azote va favoriser le développement des talles secondaires qu'il faudra ensuite être en mesure d'alimenter en azote tout au long du cycle. Le fait d'apporter l'azote un peu plus tard pourra conduire à la régression de certaines talles, mais ceci se produira au bénéfice des talles restantes, qui disposeront davantage pour poursuivre leur développement.

Lorsque le besoin journalier en azote est élevé, l'absorption d'azote par le blé est rapide. Ainsi, la moindre quantité d'azote exposée aux pertes par volatilisation ou par organisation microbienne réduit fortement l'efficacité de la fertilisation azotée. Les conditions de réalisation des apports sont déterminantes. Notamment dans un contexte de défaut d'approvisionnement, afin de valoriser chaque kg d'azote apporté, il faudra veiller à ne pas positionner d'apport pendant une journée avec des températures élevées et avec du vent, ou avant une période sèche, qui conduirait à des pertes par volatilisation.

De manière générale, on déconseillera de réduire la dose d'azote du dernier apport et a fortiori de le supprimer. En effet, avec une pluviométrie souvent plus importante en fin de printemps qu'en sortie d'hiver dans la plupart des régions, cet apport est généralement très bien valorisé et permet d'assurer à la fois rendement et protéines. A l'inverse, les apports précoces réalisés en sortie d'hiver dès la date de fin d'interdiction des épandages, ne sont pas toujours, indispensables.

### **En sortie d'hiver, ne pas se précipiter pour déclencher les apports d'azote, mais bien calculer son bilan prévisionnel !**

En sortie d'hiver, la priorité ne sera pas de réaliser des apports d'azote, mais de [mesurer des reliquats d'azote minéral](#) dès que possible la totalité des horizons du sol de la parcelle (0-30, 30-60 et 60-90 cm en fonction de la profondeur du sol).

Réalisé suffisamment tôt, les reliquats permettront de calculer la dose d'azote totale prévisionnelle plus précisément avant la période habituelle de déclenchement de l'apport au tallage.

Si la dose totale prévisionnelle est faible, en lien avec des reliquats élevés, l'impasse de l'apport tallage pourra s'envisager. Dans le cas contraire, on cherchera à décaler cet apport autant que possible, tout en visant les meilleurs créneaux météorologiques, afin de maximiser l'efficacité de l'engrais, en se limitant à une dose modérée de 30 à 40 kg N/ha.

### **Toute unité d'azote épandue doit être absorbée !**

Pour les apports suivants, le conseil de fractionnement des apports ne change pas ou peu par rapport aux autres années. Il devra être adapté localement en positionnant autant que possible les apports d'azote à des périodes où la plante en a besoin et où les conditions climatiques sont favorables. De plus, l'utilisation d'un OAD est d'autant plus recommandée pour piloter le dernier apport d'azote.

S'il n'y a pas eu d'impasse au tallage ou, si malgré l'impasse, il est encore nécessaire de réduire la dose, mieux vaut donc répartir la diminution de la dose sur plusieurs apports que de supprimer intégralement le dernier apport. En effet, cet apport tardif a un effet positif sur la teneur en protéines, critère de qualité essentiel pour assurer une bonne rémunération du blé.

### **Ne pas négliger les sources alternatives d'azote... mais ne pas non plus les surestimer !**

Les agriculteurs qui peuvent avoir accès à des produits organiques, tels des lisiers ou des digestats, pourront compenser une partie de l'azote provenant des engrais minéraux faisant défaut, à condition d'[utiliser ces produits à bon escient \(voir la calculatrice gratuite « Fertiliser avec des produits organiques »\)](#).

Comme pour les engrais minéraux, il est impératif de réaliser les apports dans de bonnes conditions, afin de valoriser au mieux les éléments fertilisants. Les principaux conseils d'apport visent un passage autour d'épi 1 cm, à réaliser en conditions de portance satisfaisantes, avec un matériel d'épandage limitant les pertes par volatilisation (système d'enfouissement ou, à défaut, pendillards) tout en évitant d'intervenir lorsque les conditions sont venteuses ou avant une période chaude et sèche.

Il semble en revanche peu efficace d'apporter des produits organiques dès cet automne. En effet, les seuls produits dont l'épandage est autorisé à cette période de l'année - les composts - ne seraient d'aucun intérêt pour fournir de l'azote au blé et, au contraire, risqueraient même de provoquer une faim en azote.

Par ailleurs, plusieurs biostimulants présents aujourd'hui sur le marché revendiquent une capacité à fournir de l'azote à la culture sur laquelle ils sont appliqués tout au long de sa croissance grâce à l'action des bactéries fixatrices d'azote qu'ils contiennent. Le paragraphe suivant est consacré aux premiers résultats d'un réseau d'essais dans lesquels l'un d'entre eux a été testé.

## BIOSTIMULANTS AVEC BACTERIES FIXATRICES D'AZOTE

### Un réseau de 10 essais conduits en 2021 en partenariat

Les performances du biostimulant Blue N, ont été évaluées dans un réseau de 10 essais conduits en 2021 sur blé tendre (9 essais) et sur blé dur (1 essai) par Arvalis, la Chambre d'Agriculture de Charente-Maritime et la Chambre régionale d'agriculture des Pays de La Loire. Parmi ces essais, deux ont été mis en place sur des parcelles en agriculture biologique (AB).

Ce produit qui s'applique en pulvérisation foliaire (333 g/ha) dès le début du tallage sur céréales à pailles contient la souche bactérienne *Methylobacterium Symbioticum*. Cette dernière est capable de coloniser la phyllosphère (parties aériennes des plantes) puis de fixer l'azote atmosphérique sous forme d'ion ammonium dont

une partie est transférée à la plante hôte. Selon le fabricant, une fourniture d'environ 30 kg N/ha serait ainsi assurée sur blé.

Blue N a été évalué pour une utilisation en complément de la fertilisation azotée en comparant le témoin et Blue N en situation limitante en azote équivalente (dose de 0 ou 60 kg N/ha en AB, 0 kg N/ha dans trois essais en conventionnel et de X-50 à X-30 dans les autres situations en conventionnel). Les performances de ce biostimulant ont également été évaluées en réduisant la fertilisation azotée par rapport au témoin (réduction de fertilisation de 30 à 60 kg N/ha pour les modalités Blue N comparées à un témoin fertilisé à la dose X en conventionnel ou à hauteur de 60 kg N/ha en AB).

Les niveaux de fertilisation azotée des différents essais sont indiqués dans le tableau 1

**Tableau 1 : Conduite de fertilisation dans les différents essais 2021**

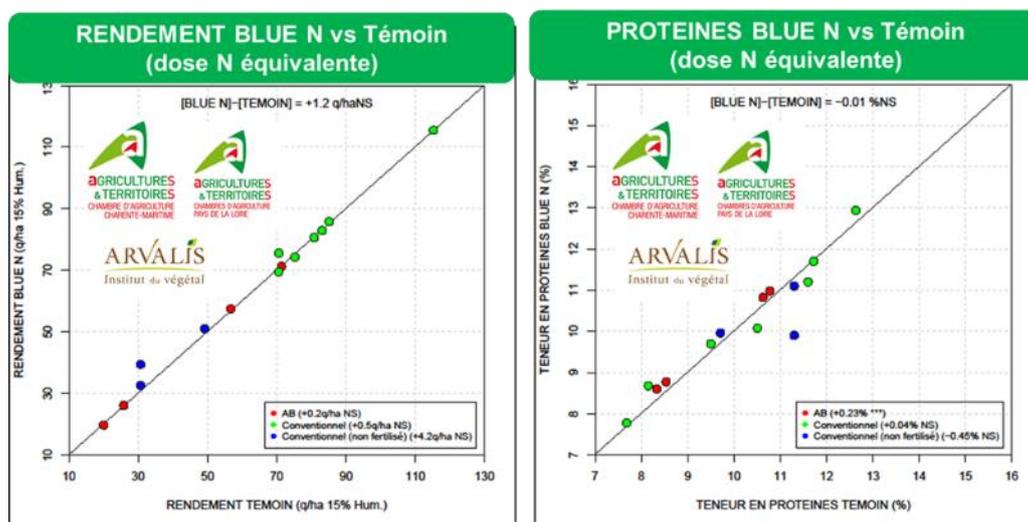
Localisation de l'essai	Espèce	Partenaire	Mode de production	1) Fertilisation (kg N/ha), < dose X, équivalente entre témoin et Blue N	2) Fertilisation réduite : fertilisation témoin (kg N/ha) dose X / réduction de dose sur modalité Blue N (kg N/ha)
Bernienville (27)	Blé tendre d'hiver	Arvalis	Conventionnel	160 (Ammonitrate)	200 (Ammonitrate) / 40
Montaut-Les-Créneaux (32)	Blé tendre d'hiver	Arvalis	Conventionnel	175 (Ammonitrate)	215 (Ammonitrate) / 40
La Cheppe (51)	Blé tendre d'hiver	Arvalis	Conventionnel	160 (Ammonitrate)	200 (Ammonitrate) / 40
Burnhaupt-Le-Haut (68)	Blé tendre d'hiver	Arvalis	Conventionnel	160 (Ammonitrate)	210 (Ammonitrate) / 50
Thairé (17)	Blé tendre d'hiver	CA17	AB	0 (Non fertilisé)	60 (Fientes) / 60
				60 (Fientes)	/
Verines (17)	Blé tendre d'hiver	CA17	Conventionnel	150 (Urée)	180 (Urée) / 30
Nieul sur Autise (85)	Blé tendre d'hiver	CRAPL	AB	0 (Non fertilisé)	60 (Azopril) / 60
				60 (Azopril)	/
St-Maurice-Le-Girard (85)	Blé tendre d'hiver	CRAPL	Conventionnel	80 (Ammo soufré + Ammonitrate)	120 (Ammo soufré + Ammonitrate) / 40
				0 (Non fertilisé)	/
St-Martin-de-Fraigneau (85)	Blé tendre d'hiver	CRAPL	Conventionnel	110 (Solution azotée + Sulfammo)	150 (Solution azotée + Sulfammo + Ammonitrate) / 40
				150 (Solution azotée + Sulfammo + Ammonitrate)	/
Ste-Radegonde-des-Noyers (85)	Blé dur hiver	CRAPL	Conventionnel	0 (Non fertilisé, Blue N tallage)	/
				0 (Non fertilisé, Blue N épi 1 cm)	/

## Des performances mitigées dans les essais 2021

Évalué en complément de la fertilisation azotée, à dose d'azote équivalente par rapport au témoin, Blue N ne

permet un gain de rendement que dans quelques situations (2 essais). Cependant, en moyenne, l'écart de rendement avec le témoin n'est pas significatif (figure 3a).

**Figure 3 : Rendements (a) et teneurs en protéines (b) du blé avec ou sans application de Blue N à dose d'azote équivalente**



Synthèse 2021 (4 essais ARVALIS, 2 essais CA17 et 4 essais CRAPL).

Comparaisons sur tous les apports à dose d'azote équivalente (14 points).

Test statistique en comparaison avec la référence :

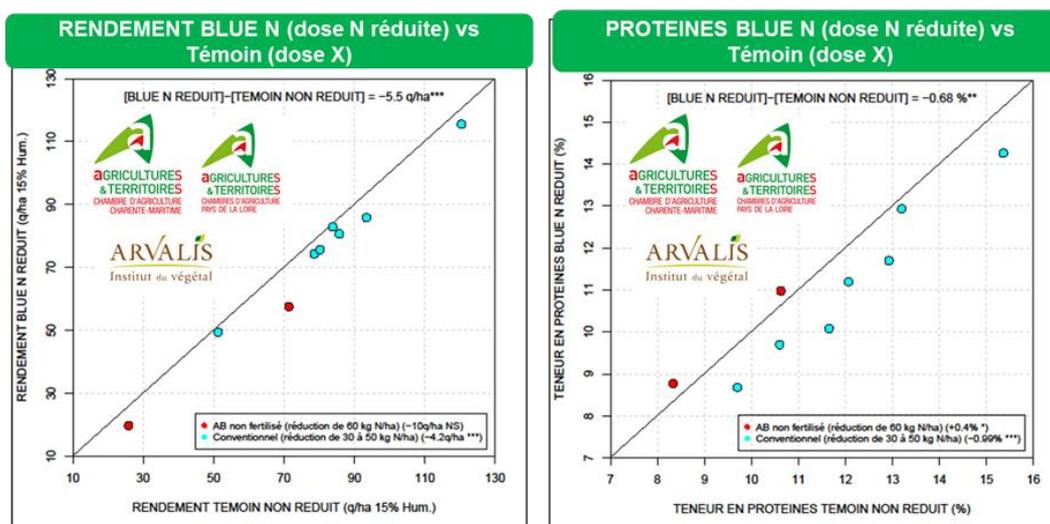
\*\*\* différence significative à 1%, \*\* différence significative à 5%, \* différence significative à 10%, NS : Non Significatif.

Aucun effet significatif n'est mis en évidence sur la teneur en protéines hormis dans les situations en AB (+0.2% de protéines par rapport au témoin, figure 3b.).

L'utilisation de Blue N couplée à une réduction de la fertilisation azotée comprise entre 30 et 60 kg N/ha s'accompagne systématiquement d'une perte de

rendement et également, dans les essais conduits en conventionnel, d'une diminution de la teneur en protéines (figure 4).

**Figure 4 : Rendements (a) et teneurs en protéines (b) du blé avec application de Blue N à dose d'azote réduite (30 à 60 kg N/ha) en comparaison à un témoin sans réduction de la fertilisation azotée**



Synthèse 2021 (4 essais ARVALIS, 2 essais CA17 et 3 essais CRAPL).

Comparaisons sur tous les apports avec réduction de la dose d'azote (9 points).

Test statistique en comparaison avec la référence :

\*\*\* différence significative à 1%, \*\* différence significative à 5%, \* différence significative à 10%, NS : Non Significatif

Il convient de préciser que les réductions de doses testées dans ce réseau d'essais (-30 à -60 kg N/ha sur l'apport d'azote principal) correspondent aux recommandations qui étaient communiquées par le fabricant jusqu'au printemps 2021 devenues aujourd'hui obsolètes. En effet, sur la base des retours d'expérience dont ils disposent, le fabricant (Symborg) et le distributeur exclusif (Corteva) estiment que les bactéries *Methylobacterium Symbioticum* permettent de fournir au blé environ 30 kg N/ha/an. Les conseils d'utilisation de Blue N ont été réactualisés en conséquence : ce produit s'utilise principalement en complément de la fertilisation azotée. De plus, les fabricants estiment que les quantités d'azote pouvant être fournies par les bactéries sont en moyenne de l'ordre de 30 kg N/ha et déconseillent désormais toute réduction de la fertilisation azotée au-delà de cette dose. Cependant, l'essai 2021 de Verines de la Chambre d'agriculture de Charente Maritime montre que ce niveau de fourniture est probablement surestimé. En effet, dans cet essai, une perte de rendement a été observée lorsque Blue N a été appliqué tout en réduisant la dose d'azote de 30 kg N/ha.

De nouveaux essais conduits par Arvalis et la Chambre d'agriculture des Pays de la Loire en 2021-2022 permettront de consolider les résultats obtenus lors de cette première année de synthèse dans un contexte climatique différent de celui de 2021 et peut-être plus favorable. En effet, en conditions de plein champ, les chances de survie et de développement des bactéries apportées par des biostimulants tels que Blue N ainsi que leur capacité de fixation de l'azote sont probablement très variables et très dépendantes des conditions rencontrées au moment de leur application.

Des analyses réalisées sur des feuilles de blé prélevées dans l'un des essais 2021 conduits par la CA17 ont

permis de vérifier que les bactéries avaient bien réussi à se développer après l'application de Blue N. Dans cet essai, un gain de 0.2% de protéines a pu être mis en évidence mais aucun bénéfice sur le rendement n'a été observé.

Ces analyses seront généralisées dans les essais Arvalis 2022 afin de mieux identifier les situations et conditions de réussite ou d'échec

### **Bactéries fixatrices d'azote : ne pas surestimer leurs bénéfices**

Dans les conditions de réalisation des essais de ce réseau 2021, l'utilisation de Blue N en complément de la fertilisation azotée ne se traduit pas par des gains de rendement significatifs. De plus, les pertes de rendement observées avec Blue N en réduisant la dose d'azote montrent que des économies d'azote sont difficilement envisageables, ou seulement pour de très faibles réductions de doses. Ainsi, malgré un mode d'action de prime abord très séduisant, la contribution des bactéries de Blue N à la nutrition azotée du blé semble assez modeste même dans les meilleures situations. Il est donc important de ne pas surestimer les bénéfices que peuvent apporter des biostimulants contenant des bactéries fixatrices d'azote.

Une meilleure connaissance des conditions optimales d'emploi semble nécessaire pour valoriser le potentiel de ce levier, qui, dans le meilleur des cas ne peut être qu'une solution à efficacité partielle à mobiliser dans une logique de diversification des sources d'azote. Dans le contexte de pénurie actuel, la recherche de l'optimum technico-économique et le maintien des pratiques de fractionnement et de pilotage de l'azote restent des leviers à mettre en œuvre en priorité.