

Résumé de l'essai de fertilisation soufrée sur blé Année 2018

aGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
HAUTE-SAÔNE

Avec la participation de :

Vesoul
Agro
campus

TERRES d'**a**VENIR

The background features a large, abstract graphic composed of several overlapping shapes. A large, light green shape dominates the lower-left and middle sections. A dark green shape is located in the upper-right corner. A red shape is positioned in the lower-right area, partially overlapping the light green shape. The overall design is modern and agricultural in theme.

Mise en place et suivi de l'essai assurés par Céline BELUCHE et Lionel MONTMAIN, conseillers agro-environnement à la Chambre d'Agriculture de Haute-Saône
Contact : Céline BELUCHE 03.84.77.14.59

Contexte et objectifs de l'essai

Contexte de l'essai

Une carence en soufre des cultures affecte le rendement et la qualité des grains. De nombreux essais ont été menés sur l'intérêt de la fertilisation soufrée sur les grandes cultures et des doses sont préconisées en fonction de la culture, du type de sol, de la pluviométrie hivernale et des apports précédents. Pour le blé et l'orge d'hiver, Arvalis Institut du Végétal recommande selon la situation d'apporter entre 0 et 50 kg de sulfate SO_3^- par ha au stade tallage.

Par contre, un agronome anglais, Steve Townsed, recommande potentiellement une fertilisation soufrée plus conséquente, en mentionnant un ratio d'une unité de soufre pour 2 unités d'azote, pour une meilleure efficacité de l'azote. Il défend le principe d'une nutrition équilibrée des plantes, en accordant moins d'importance à l'azote et plus au soufre et à la magnésie. Une alimentation équilibrée entre ces 3 éléments permet, selon lui, d'obtenir de meilleurs rendements avec nettement moins d'azote.

Objectifs de l'expérimentation 2018

- Tester l'impact d'une fertilisation azotée complétée en soufre dans un rapport de 1 unité de soufre sous forme sulfate pour 2 unités d'azote, par rapport à une fertilisation azotée seule, sur une culture moyennement exigeante en soufre tel que le blé.
- Comparer une dose d'azote réduite accompagnée de soufre par rapport à la dose d'azote calculée par la méthode du bilan, avec et sans soufre.
- Améliorer les protéines du grain
- Résultats attendus
- Réduire l'azote total grâce à la complémentation en soufre et magnésie, et donc potentiellement les nitrates lessivables
- Limiter la volatilisation de l'azote lors d'application en période chaude en mai
- Améliorer les protéines du grain

Présentation de la parcelle d'essai

En 2018, 2^e année de l'expérimentation, l'essai a été conduit en micro-parcelles sur une parcelle de la ferme du lycée agricole à Port-sur-Saône.

Sol argilo-calcaire profond.

Parcelle implantée en blé, d'un précédent tournesol.

Parcelle finalement bien pourvue en soufre.

Protocole expérimental

Description des modalités

Mod	engrais	Dose totale d'azote	Fractionnement d'azote en unités et en kg d'engrais/ha
1	Ammo 27	Dose X de 200uN et avec un objectif de rendement de 72Q/ha 0 SO3	40 uN soit 148kg ammo27 à reprise de végétation fin février 120 uN (doseX -80) avec 444kg ammo27 à fin tallage (avant épi 1 cm) en mars 40 uN avec 148 kg ammo27 à dernière feuille étalée fin avril
2	Ammo 27 + Basammon 26N+32SO3 avec un rapport final de 1uSO3/2uN	Dose X 200uN + 100uSO3	40 uN soit 148kg ammo27 à reprise de végétation fin février 120 uN réparties avec 80uSO3 (120/2 u (2 ^e apport)+ 20 u (report du 1 ^{er} apport)) soit 250kg Basammon + 204kg ammo27 à fin tallage (avant épi 1 cm) en mars 40 uN réparties avec 20 uSO3 soit 62kg Basammon +89kg ammo27 à dernière feuille étalée fin avril
3	Ammo 27 + Basammon 26N+32SO3 avec un rapport final de 1uSO3/2uN	Dose X-30 170uN + 85uSO3	40 uN soit 148 kg ammo27 à reprise de végétation fin février 90 uN réparties avec 65uSO3 (90/2 u (2 ^e apport)+ 20 u (report du 1 ^{er} apport)) soit 203kg Basammon + 137kg ammo27 à fin tallage (avant épi 1 cm) en mars 40 uN réparties avec 20 uSO3 soit 62kg Basammon +89kg ammo27 à dernière feuille étalée fin avril
4	Engrais M1 + 1 seul apport de 50u SO3/ha à fin tallage (recommandation Arvalis)	Dose X 200uN +50uSO3	40 uN soit 148kg ammo27 à reprise de végétation fin février 120 uN réparties avec 50uSO3 soit 156kg Basammon + 296kg ammo27 à fin tallage (avant épi 1 cm) en mars 40 uN avec 148kg ammo27 à dernière feuille étalée fin avril

Dispositif

Le dispositif comporte 4 modalités avec 4 répétitions en microparcelle. Une microparcelle fait 5m de large par 10m de long soit une surface de 50m².

Notations

Voici les différentes notations effectuées pour cet essai :

Maladies	Développement des maladies entre modalités	Avril-mai
Aspect de la plante	Couleur, tenue, précocité floraison-épiaison, épis/m ² + taille des épis + nb de grains + remplissage des grains	Mars à juin suivant les stades Juin

Nutrition azotée et soufrée	Reliquats N & S par modalité Diagnostic foliaire N & S par modalité	Février avant apport N puis avril puis mai, 15j après engrais si pluie puis juillet en post-récolte Stade floraison fin mai
Récolte, grain	Rendement, PS, taux de protéines	Juillet
météo	Suivi journalier pluvio, température	Sur la campagne

Conclusion de l'essai

Réponses apportées par l'expérimentation 2018

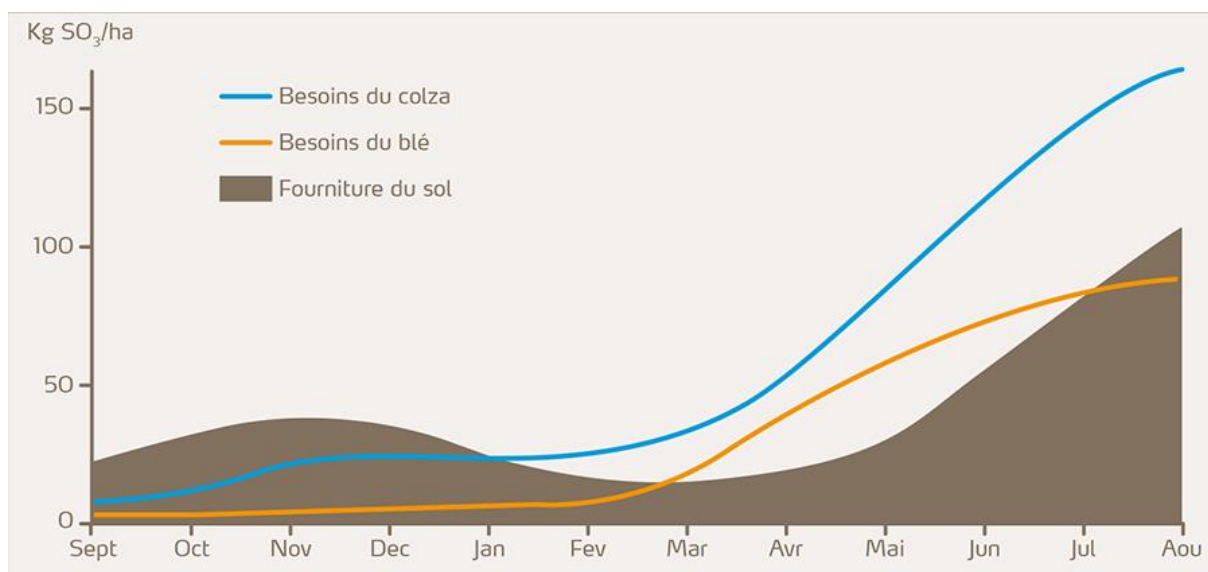
1. Quel est l'impact d'une fertilisation azotée complétée en soufre dans un rapport de 1 unité de soufre sous forme sulfate pour 2 unités d'azote, par rapport à une fertilisation azotée seule, sur une culture moyennement exigeante en soufre tel que le blé ?
 - Les 2 modalités, M1 sans soufre et M4 avec 50u de soufre (recommandation Arvalis), fournissent finalement les meilleurs rendements à la récolte, à 111 et 112 Q/ha. Les apports de soufre ne semblent pas avoir eu d'incidence dans la composante rendement, au contraire de l'apport azoté, compte tenu que la modalité avec 30uN de moins que les autres a fourni le moins de rendement en grains. De plus, avec la meilleure assimilation azote et soufre dans la plante, la modalité avec le plus de soufre (100 uSO₃/ha) ne fait pas le meilleur rendement. La modalité sans apport de soufre, qui a le moins de soufre dans la plante au stade floraison, fait meilleur rendement. L'apport important de soufre de M2 aurait-il eu un léger effet dépressif sur le rendement ?
 - Cet essai en année 2 infirme l'hypothèse que le rapport de 1 unité de soufre sous forme sulfate pour 2 unités d'azote améliore le remplissage du grain de blé.

Arvalis recommande que l'apport soufré soit effectué entre les stades mi tallage et épi 1 cm pour que la culture dispose du soufre dès le début de la montaison. Dans quelques essais d'Arvalis, la fertilisation soufrée a révélé un effet négatif sur le rendement, montrant que la fertilisation soufrée des céréales ne doit pas être réalisée de manière systématique. En effet, le soufre aurait induit une plus forte densité d'épis qui aurait impacté négativement le PMG, en année chaude et sèche. Selon Arvalis, le meilleur compromis reste l'apport d'un engrais azoté et soufré dont le rapport de teneur en N/SO₃ est compris entre 2 et 3 au stade épi 1 cm.

2. Y a-t-il intérêt à employer des doses de soufre plus importantes que la préconisation habituelle ?
 - L'année climatique n'était pas à risque de carence en soufre (hiver doux et moyennement pluvieux, printemps chaud). De même, le sol était bien pourvu en soufre sauf dans les 1ers cm et le type de sol argilo-calcaire profond est à risque potentiel moyen de carence en soufre.
Les meilleurs rendements et taux de protéines ont été obtenus avec la modalité à 200 uN/ha +50u de SO₃ à épi 1cm (recommandation Arvalis). Des doses de soufre plus importantes apportées à épi 1 cm et à dernière feuille étalée n'ont pas eu d'intérêt dans les conditions pédo-climatiques de cet essai.

Arvalis mentionne que, sur céréales à paille, des doses d'apports de soufre supérieures à 60 kg SO₃/ha ne sont pas valorisés. De plus, l'apport systématique de soufre ne se justifie que dans les sols à risque élevé. Les plus fortes réponses au soufre ont été observées pour des sols sur craie, argilo-calcaires superficiels et sableux ou sablo-limoneux superficiels avec un gradient selon les pluviométries hivernales. La dose varie de 20 à 50 kg SO₃/ha (contexte sans apport régulier de matière organique). A l'opposé, dans les sols à risque faible (sols profonds limono-argileux ou

argileux) les apports ne sont préconisés qu'après un hiver très pluvieux. Le gain de rendement dû au soufre y est rarement supérieur à 5 q/ha.



Calendrier des besoins en soufre du blé et du colza – source YARA

3. Une complémentation en soufre, dans un rapport de 1 unité de soufre sous forme sulfate pour 2 unités d'azote, permet-elle de réduire la dose d'azote calculée par la méthode du bilan ?
 - La modalité avec dose X-30 avec soufre a fait le moins de grains par épi (alors qu'elle avait le plus d'épis au m²) et moins de rendement que les autres modalités avec dose X d'azote avec ou sans sulfonitrate. Le sulfonitrate n'a donc pas permis ici de diminuer la dose d'azote pour obtenir un rendement équivalent (même résultat dans l'essai de 2017 avec du sulfate d'ammo).

4. La teneur en protéines du grain est-elle améliorée par la complémentation en soufre ?
 - Le meilleur taux de protéines a été obtenu avec la modalité à 200 uN/ha +50u de SO₃ à épi 1cm (recommandation Arvalis). Pour autant, nous ne pouvons pas conclure pour cet essai entre les différentes modalités car les résultats en blocs de taux de protéines dans l'essai ont été jugés non significatifs par l'analyse statistique.

Arvalis mentionne que l'apport de soufre n'est raisonné que dans une préoccupation de productivité. Des effets sur certains paramètres de qualité ont été observés (rapport P/L : résistance/extensibilité de la pâte) mais ils ne sont pas systématiques et peuvent être bénéfiques ou non selon la variété de blé cultivée. En l'état actuel des connaissances, l'apport de soufre sur le critère qualité seul, ne se justifie pas.

Les différentes protéines du grain n'ont pas été analysées dans cet essai. Mais l'effet sur la qualité de l'apport de soufre et la synergie azote/soufre (N/S) ont été étudiés sur blé tendre dans une thèse de doctorat de Illa TEA / Grande Paroisse – «*Assimilation par le blé tendre du soufre et de l'azote apporté en foliaire et influence de l'interaction N/S sur les protéines du grain et la qualité panifiable*», dont les résultats sont :

- La synergie N/S de l'apport foliaire est significative sur les teneurs en N et S des grains et sur les coefficients réels d'utilisation du soufre. Pas d'effet sur le rendement.

- L'apport de 10 U soufre en complément de 30 U azote augmente significativement la teneur en protéine du grain ainsi que les paramètres W (force), G (gonflement) et L (extensibilité).
- L'interaction N/S influe sur la nature et la proportion des protéines ; il favorise la gliadine (riche en S) et la gluténine (pauvre en S).

Points négatifs dans la mise en œuvre de l'expérimentation 2018

- Sol bien pourvu en soufre
- Pas de données sur la qualité boulangère du grain
- Effets blocs sur les résultats de taux de protéines

Recommandations pour la poursuite de l'expérimentation en 2019

- si possible choisir une parcelle avec un sol homogène, plus carencé en soufre, avec un type de sol à risque élevé de carence en soufre (argilo-calcaire superficiel, sableux)
- Réaliser la fertilisation avec de l'engrais azoté simple (ammonitrate) avec un apport de Soufre, sous forme de Kiesérite granulé, sulfate de magnésium produit à partir de sels marins de chlorure de sodium, chlorure de potassium et sulfate de magnésium : 25 % MgO oxyde de magnésium soluble dans l'eau + 50 % SO₃ anhydride sulfurique soluble dans l'eau. Rappel sur l'intérêt du magnésium : élément central de formation de la chlorophylle, essentiel pour la réaction de la photosynthèse