

Fertilisation azotée et associations céréale-légumineuse récoltées en graines ou en fourrage

Naudin C.

Un regain d'intérêt est observé aujourd'hui pour les associations céréale-légumineuse dans la conception de systèmes de culture combinant rendement élevé et réduction d'intrants (azotés et phytosanitaires). Plusieurs travaux ont mis en évidence des gains de rendements en association par rapport aux cultures pures, une amélioration de la teneur en protéines, une réduction des infestations d'adventices et des dégâts de maladies et ravageurs. Cette communication propose une synthèse sur le fonctionnement de l'association concernant l'acquisition de l'N ; elle traite également de l'impact de la fertilisation N (dose, date) sur les performances en relation avec ce fonctionnement ainsi que sur les conséquences environnementales de ces pratiques sur la base de différents travaux (expérimentaux et d'évaluations) pilotés depuis 10 ans par le LEVA dans le cadre de projets nationaux.

Les gains de rendement observés dans les associations céréale-légumineuse (ex : blé-pois ou orge-pois) sont souvent attribués à la complémentarité des deux espèces dans l'utilisation des ressources azotées. La céréale repose uniquement sur l'azote minéral du sol alors que le pois peut aussi assurer une grande partie de ses besoins par la fixation symbiotique de l'azote de l'air. La céréale est plus compétitive que le pois pour prélever l'azote du sol en raison d'une progression racinaire plus rapide et plus dense et surtout en raison d'une demande en azote en début de cycle plus forte en lien avec une plus forte vitesse de croissance. En raison de la forte compétitivité de la céréale pour l'azote du sol, la disponibilité en azote minéral pour le pois est plus faible qu'en culture pure ; le pois repose alors davantage sur la fixation symbiotique pour assurer ses besoins en association avec une céréale qu'en culture pure même pour de fortes disponibilités en azote minéral dans le milieu (Corre-Hellou et al., 2006). Un apport d'azote améliore le statut azoté de la céréale et augmente sa compétitivité pour la lumière. La croissance du pois est alors pénalisée et par conséquent la quantité d'azote atmosphérique fixée est réduite. La complémentarité entre les deux espèces est moindre dans le cas de fortes disponibilités en azote minéral (Corre-Hellou et al., 2006).

La fertilisation azotée n'augmente pas sensiblement le rendement total mais modifie grandement les proportions de chaque espèce à la récolte. Dans des associations blé-pois, lorsque les cultures associées ne sont pas fertilisées, la contribution du blé à la biomasse varie de 50% à 80% en fin d'hiver, pour décroître au printemps, avant d'augmenter de nouveau en fin de culture. Un apport d'azote accroît les écarts de dynamique de croissance entre espèces et ralentit la diminution au cours du cycle de la part du blé dans la biomasse. La date de l'apport peut aussi influencer l'évolution du couvert (Naudin et al., 2010). Un apport avant le début de la montaison n'est pas à préconiser : les besoins sont faibles et un apport trop précoce limiterait encore l'installation de la légumineuse (démarrage de la fixation symbiotique, croissance pénalisée) (Naudin et al., 2010, 2011). Un apport au stade épi 1cm va modifier les rapports de dominance dont l'ampleur dépendra de la proportion de céréale dans la biomasse avant l'apport. Celle-ci peut être variable en fonction des conditions d'implantation et croissance hivernale de chaque espèce. Un état des lieux à la sortie de l'hiver (disponibilité en azote, biomasse de chaque espèce) est souhaitable pour déterminer la dose à apporter. Un apport plus tardif (un mois après le stade épi 1cm) apparaît dans nos situations intéressantes pour concilier rendement total et teneur en protéines du blé (Naudin 2009).

La fertilisation d'une association entraîne une inhibition ponctuelle de la fixation symbiotique observée dans les jours suivant l'apport, et son intensité dépend de la disponibilité en nitrate dans l'horizon 0-30 cm. Cette disponibilité en nitrate est souvent plus élevée aux stades les plus précoces. La reprise de la fixation symbiotique est possible pour un apport d'azote réalisé avant la floraison. Excepté pour des apports très tardifs, le pourcentage de fixation du pois dans une association fertilisée est peu différent de celui d'un pois dans une association non fertilisée, et toujours plus élevé que celui d'un pois pur. Par contre, l'effet de la fertilisation azotée sur la quantité fixée est proportionnel à la réduction de la biomasse du pois associé (Naudin et al., 2010).



Dans une association blé-pois avec un faible apport de 45 kg d’N ha⁻¹ au stade épi 1cm, l’association produit davantage de pois et autant de blé avec deux fois moins d’azote que si on cultivait les deux espèces séparément avec une conduite de fertilisation classique (selon la méthode du bilan) pour le blé pur (Naudin 2009, Naudin et al., 2010). La quantité d’azote apporté par les engrais par tonne de grains de blé récolté est de 23 kg en culture pure et 11 en culture associée. Ces bénéfices de l’association se manifestent aussi en réduction des impacts environnementaux négatifs. La méthode d’Analyse de Cycle de Vie a été mise en œuvre afin d’évaluer les impacts environnementaux potentiels des associations en comparaison à des cultures pures de blé tendre d’hiver et de pois protéagineux d’hiver pour les catégories d’impacts « changement climatique », « demande en énergie », eutrophisation » et « occupation des terres » (Le Breton 2001, Naudin et al., 2014). Cette évaluation a été réalisée pour des stratégies de conduites et d’insertion de mélanges blé-pois d’hiver définies à dire d’experts, et adaptées aux régions Pays-de-la-Loire et Normandie (Le Breton, 2011). Les associations blé-pois permettent de produire autant voire plus que les cultures pures de blé et de pois tout en garantissant un produit de qualité et cela avec moins d’intrants qu’en culture pure. Une réduction des intrants permet aux associations biologiques d’afficher une rentabilité très intéressante en comparaison aux cultures pures. D’autre part, comparées à des combinaisons de cultures pures qui produisent les mêmes quantités à l’hectare, les associations présentent des impacts environnementaux potentiels inférieurs aux cultures pures, quelle que soit la catégorie d’impacts considérée. A production équivalente, une association blé-pois a des impacts d’environ 30 à 60% inférieurs aux cultures pures concernant le changement climatique (émissions de GES) et la demande en énergie. A surface équivalente, l’association réduit l’eutrophisation jusqu’à 77% dans certains systèmes testés.

Pour des associations récoltées en fourrage, dans un réseau d’essais national, nous observons des résultats similaires qu’en production de grains. Ainsi une forte réduction de la proportion de pois est observée dans le mélange pour les parcelles ayant des reliquats élevés. Un apport d’azote au stade épi 1cm impacte aussi cette proportion. Il augmente le rendement de la céréale et réduit celui du pois. Un apport au stade « dernière feuille » sur des parcelles à fort reliquat impacte peu le rendement de chaque espèce mais augmente la teneur en MAT (matières azotées totales).

Cette synthèse sur les effets de la fertilisation N en relation avec le fonctionnement de l’association permet de bien comprendre comment utiliser le levier de la fertilisation qui doit être bien sûr combiné à d’autres leviers (variétés, proportions des espèces au semis...) pour gérer ces associations en fonction de différents objectifs recherchés.

Christophe NAUDIN / Groupe ESA – UR LEVA ; 55 rue Rabelais 49000 Angers - c.naudin@groupe-esa.com



Enseignant-Chercheur en Agronomie

Thèmes de recherche :

- Fonctions agroécologiques des légumineuses et développement de systèmes de culture à faible niveau d’intrants
- Etude des mécanismes de compétition dans des cultures associées légumineuses-céréales
- Quantification et optimisation de l’intégration d’azote atmosphérique dans les agroécosystèmes
- Evaluation environnementale multicritère par Analyse de Cycle de Vie (ACV)

Guénaëlle CORRE-HELLOU / Groupe ESA – UR LEVA ; 55 rue Rabelais 49000 Angers - g.hellou@groupe-esa.com



Enseignant-Chercheur en Agronomie

Thèmes de recherche :

- Fonctions agroécologiques des légumineuses et développement de systèmes de culture à faible niveau d’intrants
- Interactions entre espèces dans des cultures associées à base de légumineuse
- Services relatifs à la gestion de l’azote et des adventices de différents modes d’insertion des légumineuses dans les systèmes de culture