

Blé tendre d'hiver

Des couverts de légumineuses pour limiter la dépendance aux engrais minéraux azotés ?

Comment diminuer la dépendance des systèmes de grandes cultures vis-à-vis des engrais minéraux azotés ? Parmi les pistes les plus prometteuses figure le renforcement de la présence des légumineuses dans les rotations.



Le renforcement de la présence de légumineuses dans les rotations est une piste à creuser pour limiter la dépendance des systèmes.

L'implantation de légumineuses à l'interculture permet, entre autres, d'augmenter les fournitures d'azote à la culture suivante. Cette technique cible particulièrement les périodes d'intercultures longues laissant le temps au couvert de se développer suffisamment pour assurer une restitution d'azote significative. Mais que faire alors en interculture courte pour favoriser la nutrition azotée d'un blé tendre d'hiver ? C'est pour répondre à cette question qu'une expérimentation a été mise en place lors de la campagne 2007-2008 sur la station expérimentale d'ARVALIS – Institut du végétal en Lorraine. Le *tableau 1* en synthétise le protocole de suivi.

L'expérimentation a comparé une interculture à base de pois de printemps détruite avant ou après le semis de blé tendre d'hiver.

L'expérimentation

Par rapport à une conduite de référence en blé tendre d'hiver pur (modalité 1), deux modalités d'insertion de légumineuses ont été testées :

- modalité 2 : c'est l'itinéraire « classique » d'utilisation d'un couvert intermédiaire. Le pois de printemps est semé au mois d'août et détruit en octobre juste avant le semis du blé.
- modalité 3 : le blé est semé en octobre dans le couvert de pois de printemps implanté en août. Le gel va détruire le pois dans le blé. L'objectif de cette modalité est de maintenir le couvert de légumineuses plus longtemps afin de permettre une production plus importante et de retarder la phase de minéralisation de l'azote organique

Analyses statistiques des courbes de réponses du rendement à l'azote

Les courbes de réponses du rendement du blé tendre d'hiver aux doses croissantes d'engrais azoté ont été ajustées selon un modèle en quadratique plateau :

- si $N < N_{opt}$, $R = a + bN + cN^2$
- si $N \geq N_{opt}$, $R = R_{opt}$

avec :

N = dose d'engrais azoté (kg N/ha)

R = rendement (q/ha)

N_{opt} = dose d'azote optimale

R_{opt} = rendement optimal

- Contrainte de continuité :

$R_{opt} = a + bN_{opt} + cN_{opt}^2$

- Contrainte de régularité :

$N_{opt} = -b/(2c)$

Les comparaisons entre les courbes de réponses ont été réalisées par le biais d'un modèle emboîté, les différences statistiques étant mises en évidence par un test de Fisher.



après destruction. Ainsi, celle-ci correspond mieux à la phase active d'absorption d'azote par le blé.

Afin de déterminer l'effet des techniques sur la nutrition azotée du blé, plusieurs doses d'engrais azoté ont été appliquées au printemps selon un dispositif en « courbe de réponses ». Outre le rendement du blé, les quantités d'azote absorbé par le pois et par le blé ont été mesurées sur toutes les modalités de l'expérimentation.

Qualité d'implantation du blé et production du pois

L'implantation du blé n'a pas posé de problème notable dans les deux premières modalités. Par contre, l'implantation du blé dans un couvert de pois déjà établi ainsi qu'une mauvaise gestion de repousses de colza a sérieusement handicapé la levée du blé dans la modalité 3. On constate que le pois est peu développé au moment du semis du blé (0,4 tMS/ha pour environ 15 kg N/ha dans les parties aériennes).

Un couvert de légumineuse implanté avant un blé tendre ne pénalise pas son rendement.

Cette observation s'explique par le peu de temps disponible pour sa croissance (environ 2 mois entre le semis et la destruction). La production du pois détruit dans le blé en décembre est presque deux fois plus élevée (0,7 tMS/ha pour environ 22 kg N/ha). Ces résultats confirment les conclusions d'autres essais souli-

Il est nécessaire de rechercher des solutions pour diminuer la dépendance des systèmes de grandes cultures vis-à-vis des engrais minéraux azotés.

gnant la difficulté de produire de larges quantités de biomasse à partir d'espèces de légumineuses lors de la période d'interculture, *a fortiori* si celle-ci est courte avant une culture d'hiver (cf. encadré).

Stock d'azote minéral du sol à la sortie de l'hiver

Le stock d'azote minéral du sol à la sortie de l'hiver (reliquat sortie hiver) est légèrement différent entre les modalités. Il est plus élevé dans la modalité 1 par rapport aux modalités comportant du pois.

Absorption d'azote par le blé tendre d'hiver

Les courbes d'absorption d'azote par les parties aériennes du blé à la récolte en fonction des doses d'engrais azotés appliquées sont représentées dans la figure 1. Excepté pour la dose d'azote la plus élevée, les modalités 1 et 2 présentent des courbes similaires. Par contre, le

Tableau 1 : Protocole de l'expérimentation

Itinéraire technique	Modalité 1	Modalité 2	Modalité 3
Précédent	Colza		
Semis du pois de printemps	06/08/07 à 80 gr/m ²		
Destruction du pois de printemps	Glyphosate 02/10/07		Gel 13/12/07
Travail du sol	Labour 13/08/07 Herse rotative 24/08/07 Rouleaux 01/09/07	Herse rotative 08/10/07	
Semis blé tendre d'hiver	Semis classique 09/10/07 à 300 gr/m ² Variété Dinosaur	Semis direct Unidrill 09/10/07 à 300 gr/m ² Variété Dinosaur	Semis direct Unidrill dans le pois de printemps 09/10/07 à 300 gr/m ² Variété Dinosaur
Apports N	5 doses (0, 80, 130, 180 & 230 kgN/ha) en 2 apports (tillage, épi 1 cm) sous forme AMMO 33,5		
Type de sol	Limon argileux profond (teneur en matières organiques de 1,7 %)		
Mesures effectuées	Production et teneur en azote du pois de printemps à destruction, rendement et azote absorbé par le blé à la récolte, stock d'azote minéral du sol à la sortie de l'hiver		

→ L'essai s'est déroulé sur la campagne 2007-2008 au sein de la station expérimentale de Saint-Hilaire-en-Woëvre (55) sur un sol de limon argileux profond en précédent colza.

blé tendre d'hiver dans la modalité 3 a absorbé moins d'azote et la courbe d'absorption présente une pente plus faible, révélatrice d'un coefficient d'utilisation de l'engrais (CAU) légèrement inférieur à celui des autres modalités.

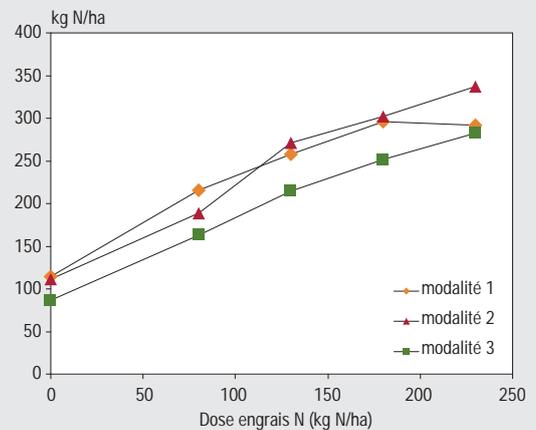
Production du blé tendre d'hiver

Les courbes de réponse à l'azote du rendement du blé tendre d'hiver sont statistiquement différentes en fonction des modalités (*figure 2 et encadré pour les détails méthodologiques sur les analyses statistiques*). La modalité 3 affiche des performances nettement inférieures aux deux autres. Cela est sans doute le reflet des difficultés d'implantation et de développement pré-

coce du blé semé dans le couvert vivant de pois de printemps. Bien que les différences soient de moindre ampleur, les modalités 1 et 2 génèrent des performances différentes. L'ajustement statistique des courbes de réponses (*cf. encadré*) permet de déterminer que la modalité 1 présente une dose d'azote optimale de 110 kg N/ha pour un rendement optimal de 93 q/ha alors que la modalité 2 affiche un couple dose/rendement optimal de 160 kg N/ha pour 97 q/ha. Ainsi, dans cette expérimentation, l'implantation d'un couvert de légumineuses détruit avant le semis du blé n'a pas permis d'économiser de l'azote pour atteindre le rendement optimal, mais a permis d'atteindre un rendement supérieur à celui du blé tendre d'hiver semé en pur.

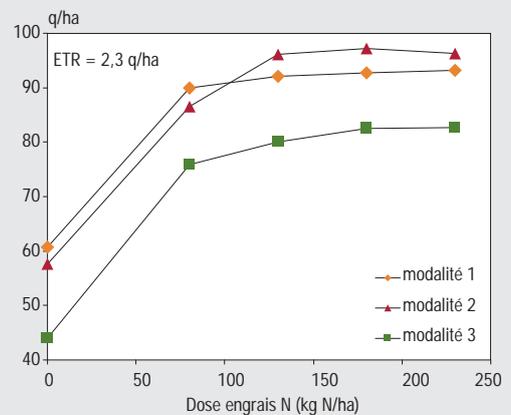


Figure 1 : Courbe d'absorption d'azote par les parties aériennes du blé à la récolte en fonction de la dose d'engrais azoté appliqué



Excepté pour la dose d'azote la plus élevée, la modalité 1 et la modalité 2 présentent des courbes similaires.

Figure 2 : Production du blé tendre d'hiver



La modalité 3 affiche des performances nettement inférieures aux deux autres.

Que retenir de cette expérimentation ?

La vesce présente les mêmes atouts que le pois : semée en août, elle fixe l'azote de l'air en plus d'absorber l'azote présent dans le sol.

Bien que la généralisation de résultats issus d'une seule expérimentation soit toujours hasardeuse, nous pouvons tirer quelques conclusions opérationnelles générales sur la valorisation des couverts intermédiaires de légumineuses pour augmenter les fournitures d'azote au blé tendre d'hiver :

- le semis de blé dans un couvert vivant ne semble pas une solution



L'effet azote est directement lié aux quantités de légumineuses produites.

intéressante si on veut préserver la productivité du blé tendre d'hiver. En effet, la compétition précoce entre le couvert et le blé ainsi que le manque de possibilité d'intervention pour contrôler l'enherbement avant le semis sont des obstacles sérieux au bon développement du blé. Des résultats semblables ont déjà été obtenus dans d'autres expérimentations en France avec d'autres types de couverts.

Un blé semé dans un couvert non détruit est concurrencé par la légumineuse.

- la pratique d'un couvert de légumineuses en interculture courte avant un blé tendre d'hiver ne semble pas avoir d'effet négatif sur la productivité du blé tendre d'hiver suivant, voire peut avoir des effets positifs. L'effet « azote » étant directement lié aux quantités de légumineuses produites, il est difficile de compter sur cette pratique pour améliorer l'autonomie des systèmes de cultures vis-à-vis des engrais de synthèse. Sauf à trouver des combinaisons itinéraires d'implantation/choix d'espèces de légumineuses adaptées aux différents contextes pédo-climatiques pour produire en 2 à 3 mois des quantités suffisantes de biomasse (cf. encadré). ■

Produire des légumineuses de printemps en interculture courte

L'intérêt d'utiliser des couverts intermédiaires de légumineuses en interculture courte se heurte aux capacités restreintes de la plupart des espèces à produire des quantités importantes de biomasse pendant cette période. Outre les problèmes de levée et d'alimentation hydrique qui arrivent fréquemment lors de la période estivale, les espèces les plus connues, souvent issues du catalogue des espèces fourragères, ont été sélectionnées pour une croissance au printemps (exigences en photo-période et en température). En terme d'illustration, la *carte 1* montre les productions de biomasse d'une vesce commune de printemps, semée début août avec une levée dans la 3^e semaine d'août, que l'on peut atteindre en médiane (selon les normales saisonnières) au 15 octobre avant un semis de blé tendre d'hiver si la croissance n'est pas limitée par un manque d'eau. Dans le meilleur des cas, une grande moitié Nord de la France ne peut espérer dépasser une production d'une tonne de matière sèche environ. Le Sud du pays aurait des capacités de production plus importantes en raison de températures plus favorables mais, dans cette zone, c'est le déficit hydrique chronique estival qui handicape la production. Ainsi, un des défis de l'utilisation des légumineuses en tant que couvert intermédiaire est de disposer d'espèces écophysiologiquement adaptées à des semis en période estivale.

Carte 1 : Production médiane (tMS/ha) au 15 octobre d'une vesce commune de printemps



Couvert semé début août avec une levée dans la 3^e semaine d'août si la croissance n'est pas limitée par un déficit hydrique. Equation de croissance basée sur la température moyenne de l'air tirée de Laurent et al. 1995. Analyses fréquentielles sur 20 ans (1989-2008). 317 postes météo (METEO-France, SRPV, ARVALIS-Institut du végétal); méthode d'interpolation: inverse de la distance (puissance 2, 5 voisins). SIG CARTAM V2 (ARVALIS-Institut du végétal/ESRI).

Jean-Pierre Cohan,
jpcohan@arvalisinstitutduvegetal.fr
Pascaline Pierson,
p.pierson@arvalisinstitutduvegetal.fr
Yves Messmer,
y.messmer@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS-Institut du végétal