

Couverts intermédiaires

L'azote des légumineuses valorisables par le maïs suivant

Depuis 2012, la réglementation liée à la directive nitrates impose de couvrir les sols à l'automne sur 100 % des surfaces en zones vulnérables. Dans le cas d'une interculture longue avant un maïs, cette obligation se concrétise très souvent par l'implantation d'un couvert intermédiaire. S'il est à base de légumineuses, il peut fournir une quantité non négligeable d'azote au maïs suivant. Encore faut-il adapter la conduite aux contraintes pédoclimatiques locales.

Depuis cet automne, le 4^e programme d'action de la directive nitrates prévoit une couverture intégrale des sols à l'automne sur les territoires en zones vulnérables. Dans les successions de culture d'hiver et de maïs, cette obligation se traduit la plupart du temps par l'implantation d'un couvert intermédiaire. Or cette pratique a un impact sur la dynamique de l'eau et de l'azote pendant l'interculture et lors de la croissance du maïs suivant. Dans certaines situations, la présence d'un couvert est susceptible de réduire notablement la dose d'engrais minéral à apporter au maïs suivant. Mais la modification des flux d'eau et d'azote minéral du sol peut aussi avoir des effets négatifs sur la culture, selon les compétitions qui peuvent s'installer entre cette dernière et le couvert. Une gestion adéquate des itinéraires techniques est donc à préconiser pour valoriser les atouts des couverts sans en subir les inconvénients.

Les légumineuses ont une meilleure influence

Afin, entre autres, de chiffrer l'impact des couverts intermédiaires sur la production et la nutrition azotée du maïs suivant, quinze expérimentations annuelles et trois de longue durée (6 à 13 ans d'études) ont été conduites depuis 1990 par ARVALIS-Institut du végétal et ses



partenaires (encadré 1). Elles ont toutes consisté à comparer l'impact d'un couvert par rapport à une interculture maintenue en sol nu. L'influence du couvert sur le rendement du maïs suivant est apparue dépendre de trois facteurs interconnectés : la famille du couvert, le niveau de fertilisation azotée du maïs et la date de destruction du couvert (figure 1). Dans le cas des couverts à base de légumineuses, implantées en pur ou en mélange avec des non-légumineuses, l'effet est soit positif soit nul sur le rendement. Il est d'autant plus marqué que le maïs suivant est peu ou pas fertilisé et que la destruction s'opère tardive-

La quantité d'azote fournie au maïs suivant par un couvert à base de légumineuses est globalement proportionnelle aux quantités d'azote que contenaient ses parties aériennes.

ment, ce qui permet d'augmenter la quantité de biomasse riche en azote. Ces résultats indiquent un fort effet des légumineuses sur la fourniture d'azote au maïs. En ce qui concerne les couverts de non-légumineuses (crucifères, graminées), l'effet sur le rendement du maïs semble plus aléatoire. Les destructions tardives, notamment, peuvent présenter de forts effets négatifs, en particulier quand le maïs suivant est peu ou pas fertilisé. Le phénomène est connu depuis plusieurs années : les couverts de non-légumineuses détruits tardivement entrent en compétition avec le maïs pour l'accès à l'eau et à l'azote minéral du sol. Ce pourrait

15 essais annuels et 3 essais de longue durée

Cette étude de l'impact des couverts intermédiaires sur le maïs suivant repose sur l'exploitation de nombreux acquis expérimentaux obtenus depuis 1990 par ARVALIS-Institut du végétal auparavant ITCF, l'AGPM-Technique, la chambre régionale d'agriculture de Bretagne et le Creas. Les essais, qui ont duré entre 1 et 13 ans, se sont déroulés dans les limons de l'Ouest de la France (14, 22, 29, 56), dans les sols de graviers de la vallée du Rhône (69), dans les sol argilo-limoneux de Beauce (41), les sables des Landes (40), et les argilo-calcaires d'Auvergne (03, 63). Huit non légumineuses ont été étudiées : l'avoine de printemps, le ray-gras d'Italie, le seigle, la moutarde blanche, le radis fourrager, le colza d'hiver, la phacélie et le sarrasin. Au sein des légumineuses cultivées en pur et/ou en mélange avec une non-légumineuse, étaient représentés : la féverole d'hiver, la lentille noirâtre, le pois d'hiver, la vesce commune de printemps, les trèfles incarnat, violet, et de Perse.

Les légumineuses plus favorables au rendement du maïs

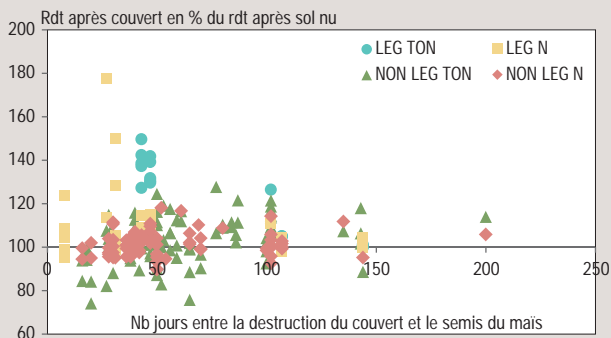


Figure 1 : Impact du couvert intermédiaire sur le rendement du maïs suivant en fonction de l'écart entre la date de destruction et le semis du maïs et de la famille de couvert (LEG : couvert à base de légumineuse seule ou en mélange avec des non-légumineuses ; NON LEG : couvert de non-légumineuses du régime de fertilisation azotée du maïs (TON : pas d'apport d'azote, N : apport d'azote, doses diverses). Essais 1990-2011 ARVALIS/ITCF/AGPM-Technique/Crab/Creas.

La date de destruction ne doit pas être trop tardive dans le cas d'une légumineuse.





a priori ne pas être le cas avec les légumineuses, à la fois moins compétitives pour capter l'eau et moins consommatrices d'azote du sol en raison de leur capacité à fixer le diazote de l'air.

Les termes du bilan modifiés

Les couverts ont également un effet direct sur l'azote disponible pour la culture suivante : en absorbant l'azote minéral du sol à l'automne puis en le restituant par minéralisation après sa destruction, un couvert intermédiaire modifie les quantités fournies à la culture suivante et donc les termes de la méthode du bilan (1). En premier lieu, il est susceptible de faire varier le stock d'azote minéral disponible dans le sol au semis de cette culture suivante. Il s'agit de l'« effet R semis » (pour Reliquat azoté au semis). En second lieu, les résidus du couvert continuent de libérer de l'azote par minéralisation après la mesure du reliquat. Cela constitue un surplus d'azote disponible sous la culture, appelé « MrCI » (pour Minéralisation des résidus de la culture intermédiaire) dans la méthode du bilan. La somme de ces impacts (effet « reliquat sortie hiver » + MrCI) représente l'« effet fertilisant global » du couvert.

Un couvert à base de légumineuse peut permettre de réduire la quantité d'azote à apporter au maïs qui suit.

L'effet fertilisant des légumineuses peut dépasser 100 kg N/ha en cas de fort développement du couvert lorsque la destruction est tardive.

Davantage d'azote après une légumineuse

Par le biais de mesures de stocks d'azote minéral du sol et de quantités d'azote présent dans les plantes, les essais permettent de calculer cet effet fertilisation en fonction de la production des couverts et de leur date de destruction. Concernant les couverts à base de légumineuses (figure 2), il s'avère globalement proportion-

nel aux quantités d'azote contenues dans les parties aériennes du couvert. Il peut dépasser 100 kg N/ha en cas de fort développement du couvert lorsque la destruction est tardive. Ce fort effet a deux origines, liées à leur capacité à fixer le diazote de l'air. D'une part, la légumineuse pénalise peu ou pas le stock d'azote minéral du sol au semis du maïs. D'autre part, les parties aériennes enfouies se minéralisent rapidement et de façon importante car elles contiennent de fortes quantités d'azote avec un rapport carbone sur azote (C/N) faible, généralement de 11 à 14.

Variabilité forte après une non-légumineuse

Les couverts de non-légumineuses présentent quant à eux des effets fertilisants beaucoup plus incertains. Ils sont en moyenne proches de zéro (figure 3). Cette forte variabilité est notamment liée à leur rôle sur le reliquat azoté au semis. Un couvert de non-légumineuse est un piège à nitrate efficace qui ne restitue en général pas plus de 35 à 40 % de l'azote capté après destruc-

Une légumineuse détruite tardivement redonne davantage d'azote au maïs suivant

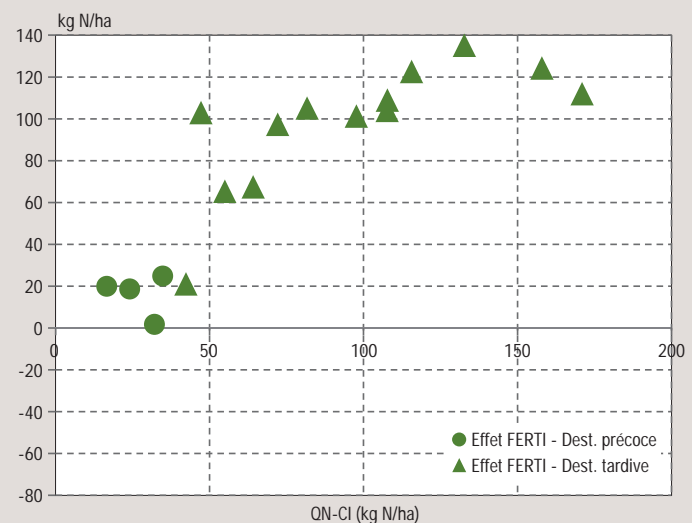


Figure 2 : Quantité globale d'azote fourni au maïs suivant par un couvert à base de légumineuse (seule ou en mélange avec une non-légumineuse) en fonction 1) des quantités d'azote contenu dans les parties aériennes et 2) de la date de destruction du couvert (précoce : novembre/décembre/janvier ; tardive : février/mars/avril). Essais 1991-2011 ARVALIS/ITCF/Creas.

tion. Les essais montrent que dans les situations à forte lixiviation (lame drainante importante, fort stock d'azote minéral dans le sol à l'automne), les pertes en sol nu, très élevées, dépassent la quantité d'azote immobilisée par le couvert. L'effet de celui-ci sur le reliquat au semis est alors positif. Dans les situations inverses à faible lixiviation, les quantités perdues en sol nu sont inférieures à celles immobilisées dans le couvert. Ce dernier influence alors négativement le reliquat au semis.

Un couvert de non-légumineuse est un piège à nitrate efficace qui ne restitue en général pas plus de 35 à 40 % de l'azote capté après destruction.

Seuls les couverts à base de légumineuses sont donc à mêmes de fournir significativement et de façon régulière de l'azote au maïs suivant. Encore faut-il qu'ils aient une forte biomasse et soient détruits en sortie d'hiver au plus tôt. Il faut donc s'assurer que cette pratique est compatible avec les contraintes agroclimatiques locales.

Attention aux destructions tardives

Il peut être tentant de détruire le couvert au dernier moment, avant le semis du maïs. En effet, c'est en mars-avril que sa croissance est la plus rapide, s'il n'a pas gelé. Le stock d'azote minéralisable augmente ainsi beaucoup. Une telle décision présente cependant des risques pour la réserve en eau du sol qui peut devenir limitante plus tard dans la campagne, en cas de pluies ou d'irrigation réduites.

La destruction après l'hiver d'un couvert de légumineuses peut aussi compliquer l'implantation du maïs. Dans les sols lourds à intermédiaires (argiles, limons argileux, argilo-calcaires...), le labour, s'il est envisagé, doit être réalisé en automne ou en début d'hiver pour permettre une évolution naturelle du futur lit de semences. Le maintien d'un couvert au-delà de l'automne n'est pas compatible avec les itinéraires nécessitant un travail du sol profond. Dans les

Les couverts de non-légumineuses fournissent un effet fertilisant un peu incertain.



L'effet des non légumineuses sur l'azote disponible très variable

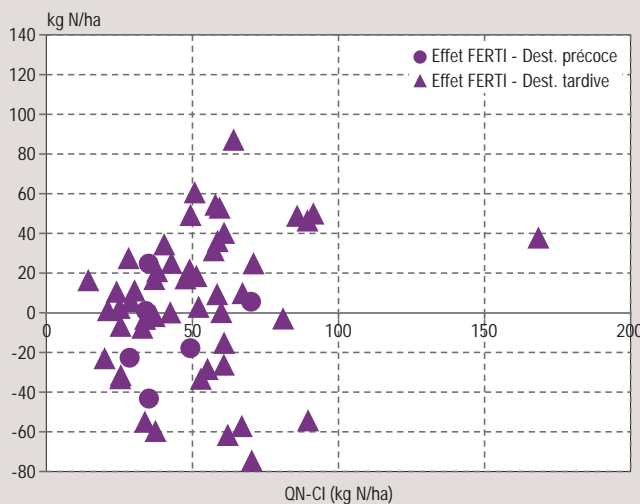


Figure 3 : Quantité globale d'azote fournie au maïs suivant par un couvert à base de non-légumineuse en fonction des quantités d'azote contenu dans les parties aériennes et de la date de destruction du couvert (précoce : novembre/décembre/janvier ; tardive : février/mars/avril). Essais 1991-2011 ARVALIS/ITCF/AGPM-Technique/Crab/Creas.

terres plus légères pouvant être travaillées en profondeur au printemps, les restrictions de ce type sont moins nombreuses. C'est en absence de labour voire en semis direct que la destruction tardive du couvert remet le moins en cause les itinéraires d'implantation... À condition de disposer d'un semoir adapté au semis dans des débris végétaux. Il faut cepen-

dant surveiller la présence de ravageurs, en particulier des limaces et rongeurs.

Pour des couverts de non légumineuses, un délai d'au moins deux mois est conseillé entre la destruction du couvert et le semis du maïs. Objectif : éviter les effets dépressifs du couvert sur la disponibilité en eau et azote. Le recul manque encore pour les légumineuses. Un délai de 45 à 60 jours peut constituer une assurance pour limiter les risques si l'eau peut devenir limitante. Une destruction encore plus tardive est une piste à expérimenter dans des situations bien pourvues au niveau hydrique et avec un certain savoir-faire d'implantation du maïs en semis direct ou très simplifié. ■

(1) Pour une prise en compte des couverts de légumineuses dans le calcul de la dose d'engrais azoté sur maïs par la méthode du bilan, se reporter soit à la brochure « Cultures intermédiaires : enjeux et conduites » (Éditions ARVALIS 2011), soit à la brochure COMIFER 2011 - Calcul de la fertilisation azotée - Guide méthodologique pour l'élaboration des prescriptions locales : cultures annuelles et prairie. Ed. COMIFER 91 p. <http://www.comifer.asso.fr/index.php/publications/les-brochures-du-comifer.html>.

Jean-Pierre Cohan

jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr

Jérôme Labreuche

j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal