

Couverts végétaux et fertilisation azotée de la culture suivante

Avantage aux légumineuses

La mise en place du 4^e programme d'action de la Directive Nitrates va entraîner une augmentation des surfaces implantées en couverts intermédiaires pendant la période d'interculture. Ce type de pratique a-t-il des conséquences en terme de gestion de la fertilisation azotée de la culture suivante ? Le point à partir de quelques essais emblématiques parmi ceux disponibles.

La mise en place du 4^e programme d'action de la Directive Nitrates va entraîner, entre autres, une augmentation des surfaces implantées en couverts intermédiaires pendant l'interculture. Actuellement, les couverts sont en majorité constitués d'espèces non légumineuses, implantées sur une période n'excédant pas 2 à 3 mois. Qu'est-ce que ce type de pratique implique dans la gestion de la fertilisation azotée de la culture suivante ? Pour transformer une contrainte administrative en atout agronomique, quels changements techniques faudrait-il introduire pour maximiser les fournitures d'azote à la culture suivante ? Le point à partir d'exemples emblématiques tirés des essais disponibles (tableau 1).

Les couverts à base de légumineuses (pures ou en mélange) peuvent constituer un outil intéressant afin d'augmenter les fournitures d'azote à la culture suivante.



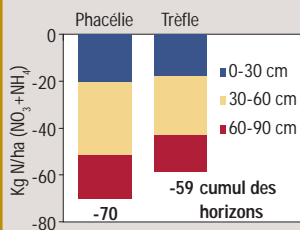
Tableau 1: Les trois essais analysés

Essai	Villexanton (41) 1991-1992 (ITCF-HYDRO AGR)	Bignan (56) 1992-2003 (ARVALIS - Institut du végétal)	Lyon St Exupéry (69) 1990-1991 (ITCF-CREAS)
Type de sol	Limon argileux	Limon sableux	Graviers profonds
Espèces de couverts testées	Phacélie et trèfle	RGI	Nombreuses espèces dont moutarde et trèfle incarnat
Date semis/destruction	21-08-91/27-11-91	Après récolte blé/février-mars avant semis maïs	11-07-90/21-01-1991
Production des couverts	Phacélie : 2 t MS/ha ; 36 kg N/ha ; C/N = 22 Trèfle : 2,1 t MS/ha ; 74 kg N/ha, C/N = 11	0,6 à 1,5 t MS/ha ; 20 à 38 kg N/ha ; C/N de 12 à 17	Moutarde : 3,1 t MS/ha ; 86 kg N/ha ; C/N = 14 Trèfle incarnat : 5,2 t MS/ha ; 171 kg N/ha ; C/N = 12
Dispositif	Suivi de la minéralisation des couverts sous sol nu après destruction	Suivi des stocks d'azote sol, mesure des quantités N absorbées par les cultures (CI et rotation blé tendre d'hiver/maïs fourrage)	Suivi des stocks d'azote sol, mesure des quantités N absorbées par les cultures (CI et maïs suivant)

La dynamique de l'azote dans le sol pendant l'interculture

De leur levée à leur destruction, les couverts prélèvent l'azote minéral du sol. C'est l'effet « piège à nitrates » (effet CIPAN). En fixant l'azote de l'air, les légumineuses, en plus du prélèvement de l'azote minéral du sol, accumulent de l'azote atmosphérique. À Villexanton en 1991 (figure 1), l'effet CIPAN à la date de destruction des couverts est le plus marqué pour la non légumineuse (phacélie). Néanmoins, la légumineuse (trèfle) a quand même un impact en réduisant le stock d'azote minéral susceptible d'être soumis au lessivage par rapport au sol nu.

Figure 1: Effet CIPAN
= écart de stock d'azote minéral du sol par rapport au sol nu à la date de destruction des couverts



(Essai ITCF/HYDRO AGRI de Villexanton (41) 1991-1992).

Même si la légumineuse (trèfle) a un effet « CIPAN », l'effet est plus marqué pour la non légumineuse (phacélie).

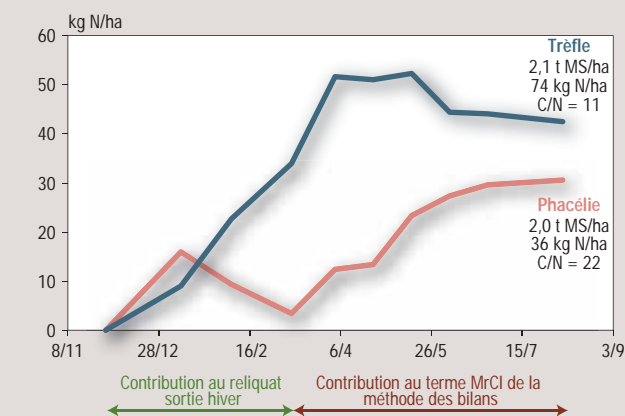
Après destruction, l'azote organique contenu dans les résidus des couverts se minéralise. La dynamique de minéralisation est conditionnée par les quantités d'azote accumulés dans les résidus et par leur teneur en azote (rapport C/N). Les quantités d'azote minéralisé sont plus importantes à partir du trèfle

Les couverts à base de légumineuse (pures ou en mélange) peuvent avoir un effet CIPAN, bien qu'il soit inférieur à celui des espèces non légumineuses.

qu'à partir de la phacélie (figure 2). Dans cet essai, à biomasse produite équivalente, la légumineuse offre une plus grande quantité d'azote potentiellement disponible pour la culture suivante. Une partie de l'azote minéralisé est « comptabilisée » dans la mesure du reliquat sortie hiver (« l'effet RSH » du couvert), l'autre partie est prise en compte dans la méthode des bilans (terme « MrCI »). À Villexanton (41) (figure 3), l'effet des deux types de couverts sur le RSH est contrasté. La phacélie provoque une forte pénalité par rapport au sol nu, alors que le trèfle est neutre, surtout en raison d'un enrichissement de l'horizon superficiel. Le fort effet négatif de la phacélie s'explique par un très faible lessivage au cours de l'hiver. L'azote correspondant aux quantités piégées et très partiellement restituées ensuite

par la phacélie, n'a pas été « perdu » par le sol nu. Les quantités d'azote à prendre en compte dans le terme MrCI (figure 2)

Figure 2: Cinétiques de minéralisation des couverts après destruction



(Essai ITCF/HYDRO AGRI de Villexanton (41) 1991-1992).

Les quantités d'azote minéralisées à partir du trèfle sont plus importantes que celles issues de la minéralisation de la phacélie.



Pour transformer une contrainte administrative en atout agronomique, quels changements techniques faudrait-il introduire pour maximiser les fournitures d'azote à la culture suivante ?

sont d'environ 20 kg N/ha pour les deux couverts. Si on agrège les deux postes, on obtient sur ce cas spécifique un effet « fertilisation » positif du trèfle de 20 à 25 kg N/ha, et négatif d'environ -20 kg N/ha pour la phacélie.

Ces résultats permettent d'appréhender les conséquences de la minéralisation de l'azote organique des résidus des couverts :

- La restitution est assez rapide et dépend des quantités et de la richesse en azote du couvert.
- Une première partie des quantités minéralisées contribue à la constitution du RSH. L'impact positif ou négatif du couvert sur ce critère dépend, en partie, du rapport entre la quantité d'azote absorbé par le couvert provenant du sol et la quantité d'azote perdu par lessivage en sol nu. Avec des destructions précoces en novembre, une grande partie de l'azote minéralisé est la plupart du temps déjà comptabilisée dans le RSH réalisé en février-mars, d'où l'importance de mesurer le RSH dans les systèmes de culture incluant des couverts.
- Une deuxième partie des quantités minéralisées contribue aux

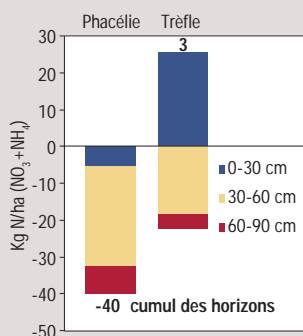
Dans la méthode des bilans, les quantités d'azote à prendre en compte sont d'environ 20 kg N/ha pour les deux couverts.

fournitures d'azote après la mesure du RSH (terme MrCI). Elle dépend de l'éloignement entre la date de destruction du couvert et la date de mesure de reliquat. Avec des destructions en novembre et des mesures de RSH en février-mars, le restant de fourniture d'azote encore à minéraliser pendant la phase active d'absorption par la culture suivante est assez souvent inférieure aux quantités que l'on retrouve dans le stock d'azote minéral du sol à la sortie de l'hiver. Des valeurs moyennes ont été fournies dans le n° 357 de *Perspectives Agricoles* (juin 2009). Elles s'échelonnent pour des itinéraires culturaux classiques de 0 à 30 kg N/ha.

Quantifier les effets des couverts sur les fournitures d'azote à la culture suivante: l'exemple du maïs

Pour les couverts non-légumineuses, l'essai pluriannuel de Bignan (56) (*figure 4*) illustre les conclusions de la plupart des dispositifs de ce type : l'insertion d'un couvert de non légumineuse a un effet neutre à court ou moyen terme sur la fertilisation azotée de la culture suivante. Bien que le cou-

Figure 3 : Effet RSH = écart de stock d'azote minéral du sol par rapport au sol nu à la date de mesure du RSH



(Essai ITCF/HYDRO AGRI de Villexantou (41) 1991-1992).

La phacélie a un effet négatif sur le reliquat sortie hiver par rapport au sol nu.

La mise en place du 4^e programme d'action de la Directive Nitrate va entraîner, entre autres, une augmentation des surfaces implantées en couverts intermédiaires pendant l'interculture.

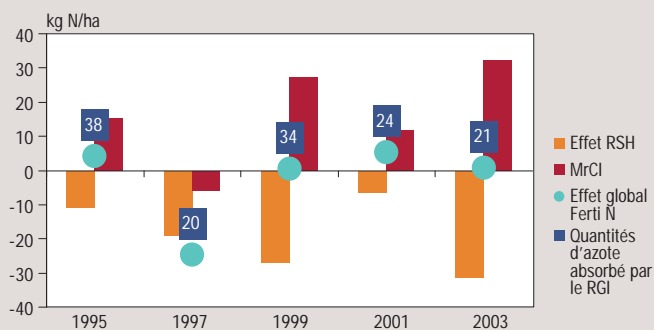


vert fournisse des quantités non négligeables d'azote au maïs après la mesure du RSH (MrCI de 15 à 30 kg N/ha), ce surplus de fourniture est en moyenne compensé par une pénalisation du RSH (de -10 à -30 kg N/ha). Bien entendu, cette tendance pluriannuelle masque la variabilité entre années qui nécessite de prendre en compte chaque

année la présence du couvert dans le calcul de la dose d'azote à apporter à la culture suivante. Pour les couverts de légumineuses, l'essai de Lyon St

Bien que le couvert fournisse des quantités non négligeables d'azote au maïs après la mesure du RSH, ce surplus est compensé par une pénalisation du RSH.

Figure 4 : Effet d'un couvert de RGI entre un blé et un maïs sur les fournitures en azote du maïs

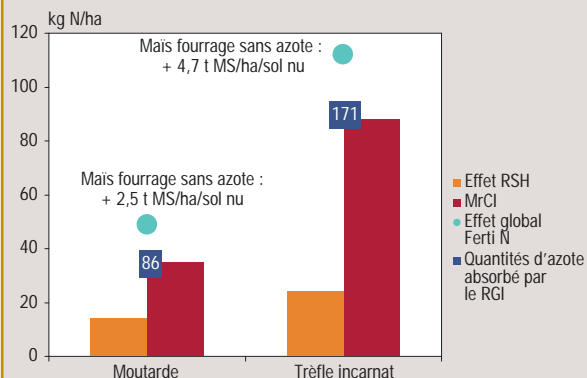


(Essai ARVALIS - Institut du végétal longue durée de Bignan (56) 1992-2003).

Dans la plupart des dispositifs expérimentaux, l'insertion d'un couvert de non légumineuse a un effet neutre à court ou moyen terme sur la fertilisation azotée de la culture suivante.



Figure 5 : Effet sur les fournitures en azote du maïs d'un couvert de moutarde et de trèfle incarnat



(Essai ITCF/CREAS de Lyon St Exupéry (69) 1990-1991).

L'essai de Lyon St Exupéry illustre la performance que l'on peut attendre en terme de fourniture d'azote à la culture suivante si le couvert de légumineuse se développe bien et s'il n'est pas détruit trop tôt.

Exupéry en 1991-1992 (figure 5) illustre la performance que l'on peut attendre si le couvert se développe bien et s'il n'est pas détruit trop tôt. Dans cet essai, le lessivage hivernal a été particulièrement important, ce qui explique la bonne performance du couvert de moutarde également.

Ces résultats nous enseignent deux points :

- Malgré des exceptions annuelles (fort lessivage hivernal par exemple), un couvert non légumineuse ne peut pas être considéré comme des leviers pour augmenter les fournitures d'azote à la culture suivante sur le court/moyen terme. De récents résultats montrent un effet à long terme, mais le lien avec une modification de la production des cultures est encore à l'étude.

Les itinéraires techniques actuels insérant un couvert non légumineuse ne peuvent pas être considérés comme des leviers pour augmenter les fournitures d'azote à la culture suivante sur le court/moyen terme.

- En accumulant de grandes quantités d'azote sans le puiser uniquement dans le sol et en les restituant rapidement, les couverts de légumineuses (pures ou en mélange) peuvent constituer un outil intéressant afin d'augmenter les fournitures d'azote à la culture suivante.

Vers une modification des itinéraires techniques ?

Les itinéraires techniques « classiques » actuels incluant des couverts ne sont pas en mesure d'assurer un surplus de fournitures d'azote à la culture suivante sur le court/moyen terme, principalement car les espèces utilisées ne sont pas des légumineuses (crucifères ou graminées la plupart du temps). Si l'objectif est de valoriser

les couverts pour apporter moins d'engrais minéraux azotés, il est nécessaire d'employer des couverts de légumineuses (pures ou en mélange selon la législation locale). Dans cette optique, il est nécessaire de s'inter-

roger sur trois aspects importants de l'itinéraire technique :

- **le choix de l'espèce** : les espèces disponibles actuellement n'ont pas été sélectionnées pour leur capacité de croissance en période d'interculture (fin d'été — automne). Un travail en cours sur ce critère devrait déboucher sur la détermination des espèces (voire des variétés) les plus adaptées pour ce créneau climatique.

- **la date de semis** : en règle générale par rapport à une crucifère ou une graminée, une légumineuse nécessite plus de cumul de température pour atteindre une biomasse donnée. Les semis sont donc à positionner très précocement (début août dans beaucoup de régions), ce qui pose des problèmes de qualité de levée et de phase de croissance précoce (manque de pluie chronique à cette période de l'année). Sans compter qu'une occupation précoce des sols peut engendrer des difficultés de ges-

De leur levée à leur destruction, l'effet CIPAN à la date de destruction des couverts est plus marqué pour la non légumineuse (phacélie) que pour la légumineuse (trèfle).



tion du désherbage à l'interculture (vivaces, repousses...).

• **la date de destruction** : même en employant une légumineuse à croissance correcte (au moins 2 t MS/ha), si la destruction a lieu précocement (novembre), seule une partie souvent minoritaire des fournitures d'azote coïncidera avec la phase active d'absorption de la culture suivante. L'essentiel de l'azote minéralisé se retrouvera la plupart du temps dans le RSH. L'optimisation des restitutions à la culture suivante devrait sans doute passer par des destructions plus tardives des couverts de légumineuses. Ce point est particulièrement délicat, à la fois en raison des contraintes de travail du sol (nécessité de labourer en entrée d'hiver dans certains sols, difficulté d'implanter la culture au printemps sans labour sur un couvert

Le choix de l'espèce, la date de semis et la date de destruction sont à prendre en compte si l'on veut que le couvert ait un effet positif sur la fertilisation de la culture suivante.



détruit tardivement...), qu'en raison des difficultés techniques de détruire tardivement un couvert fortement développé avec des restrictions légales d'emploi des herbicides totaux pour cet usage. ■

Jean-Pierre Cohan,
jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS – Institut du végétal