

03

À l'échelle du système de cultures

Exploiter d'autres sources d'azote

Étant donné les difficultés de prévisions à moyen terme de l'évolution des prix des engrais et des céréales, il devient de plus en plus nécessaire d'améliorer l'autonomie des systèmes de cultures vis-à-vis des engrais azotés de synthèse. Quelles autres sources d'azote sont mobilisables pour atteindre cet objectif ?

Produits résiduels organiques : valoriser le recyclage de l'azote

Les Produits Résiduels Organiques (PRO), qu'ils soient d'origine agricole (effluents d'élevage), urbaine ou agro industrielle, constituent un gisement important d'éléments fertilisants. Il devient plus que jamais nécessaire d'en tirer le meilleur parti.

Les PRO contiennent de l'azote sous forme minérale et organique dans des proportions très variables. La fraction minérale est essentiellement constituée d'azote ammoniacal NH_4^+ (l'urée est une forme organique très rapidement mi-

néralisable). La fraction organique se présente sous des formes très variées plus ou moins rapidement minéralisables.

L'azote minéral présente la même efficacité que celle des engrais minéraux, mais le risque de perte par volatilisation ammoniacale dans les 5 à 10 jours qui suivent l'épandage est plus important. En l'absence d'enfouissement rapide et lorsque les conditions pédoclimatiques sont favorables (absence de pluie, températures élevées, vent, pH du sol élevé, végétation peu couvrante), la volatilisation peut dépasser 60 % de l'azote ammoniacal des produits liquides et des produits solides. L'enfouissement est donc une technique à privilégier en cas d'apport avant l'implantation d'une culture de printemps. L'apport en couverture sur des céréales d'hiver doit être réalisé de préférence sur une culture suffisamment développée (plein tallage) pour limiter le risque de pertes.

Jean-Pierre Cohan
jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr

Alain Bouthier
a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

avec la collaboration de Pierre Castillon,
Christine Lesouder, Robert Trochard et
Tony Paumard.



© O.Thuillier, AgrAgency

Légumineuses en interculture et Directive Nitrates

▲ La vesce, comme la plupart des légumineuses, a la capacité de fixer l'azote de l'air.

Cet article est rédigé alors que les discussions relatives au 4^e programme de la Directive Nitrates ne sont pas encore terminées. Les départements dans lesquels les couverts de légumineuses (au moins en mélange) seront autorisés ne sont donc pas encore connus. La dernière synthèse d'essais publiée par ARVALIS – Institut du végétal (*Perspectives Agricoles* n° 333 d'avril 2007) a montré que les légumineuses étaient en mesure d'agir comme piège à nitrates (absorption de l'azote du sol en priorité avant fixation de l'azote de l'air), mais de façon un peu moins performante que les crucifères.



© N. Comec

▲ La mise à disposition pour la culture de l'azote issu de la minéralisation de l'azote organique présent dans les effluents d'élevage dépend du type de produit épandu.

Prendre en compte la mise à disposition de l'azote organique des PRO

Après épandage, l'azote organique des PRO est minéralisé dans des proportions et selon des vitesses très variables d'un produit à l'autre. Parmi les seize catégories de PRO étudiés dans une synthèse d'expérimentations au champ réalisée en 2008 par ARVALIS – Institut du végétal en collaboration avec l'INRA, six types de comportements ont été répartis en six classes (*tableau 1*). Pour certains, telles les fientes de volailles, la minéralisation rapide concerne une part importante de l'azote organique, alors que pour d'autres, tels les composts de déchets verts, la fraction minéralisée est très faible, voire ils immobilisent de l'azote minéral du sol pendant quelques mois après l'apport.

Les PRO de la classe 6, pour lesquels l'essentiel de la minéralisation de l'azote organique a lieu dans les deux mois suivant l'apport, peuvent être utilisés comme des engrais minéraux. Ils doivent donc être apportés au plus près de la période d'absorption importante de l'azote par les cultures réceptrices. Malgré une minéralisation de l'azote organique plus lente, l'essentiel de l'azote organique des PRO des classes 4 et 5 est disponible au cours des six premiers mois après l'apport. Ces produits peuvent être apportés de manière anticipée par rap-

port à ceux de la classe 6 (2 à 3 mois plus tôt). Les modalités d'apport de la fertilisation minérale devront être adaptées à cette mise à disposition progressive de l'azote. La minéralisation de l'azote organique des PRO de la classe 3 est lente et se poursuit au-delà des six mois suivant l'apport. Enfin, les PRO des classes 1 et 2 ne libèrent quasiment pas d'azote. L'organisation d'azote engendrée par les PRO de la classe 1 implique soit de les apporter suffisamment tôt avant l'implantation de la culture pour éviter l'effet de « diminution » des fournitures du sol en azote, soit la prise en compte de cet effet « dépréciatif » dans la gestion de la fertilisation azotée de la culture.

▶ Six types de comportements se distinguent, depuis les PRO à minéralisation rapide et importante (fientes de volailles) jusqu'à ceux qui minéralisent très peu d'azote, voire qui immobilisent de l'azote minéral du sol pendant quelques mois après l'apport (compost de déchets verts).

Valoriser les légumineuses dans les systèmes de cultures

La fixation symbiotique de l'azote de l'air par les légumineuses permet d'introduire de l'azote dans les systèmes de cultures. Qu'elles soient valorisées comme culture n'ayant pas besoin d'apport

Six types de minéralisation de l'azote organique des PRO au cours de la campagne suivant l'épandage de printemps (tab. 1)

Classe de comportement	% de l'azote organique apporté minéralisé			Exemple de PRO
	Dans les 2 mois suivant l'apport	Dans les 6 mois suivant l'apport	Dans les 12 mois suivant l'apport	
1	- 10 à - 20 %	0 à - 10 %	0 à - 10 %	Composts de déchets verts, composts de fumiers de bovins
2	0 %	0 à 10 %	0 à 10 %	Composts de déchets verts + boue urbaine, composts de fumiers de bovins, composts de déchets verts
3	5 à 15 %	10 à 20 %	20 à 30 %	Fumiers de bovins
4	15 à 25 %	25 à 35 %	30 à 40 %	Fumiers de volailles, boues urbaines déshydratées
5	20 à 30 %	40 à 50 %	50 à 60 %	Vinasses concentrées
6	40 à 50 %	40 à 50 %	40 à 50 %	Fientes de volailles, effluents de distillerie, de féculerie, boues urbaines pâteuses

En vert : minéralisation de l'azote (fourniture) ; en orange : absence de fourniture ; en rouge : organisation d'azote (consommation).

L'azote sous forme organique présent dans les produits résiduaux organiques est minéralisé dans des proportions et à des vitesses variées. Ce classement fournit une typologie des produits en terme de rapidité de fourniture d'azote minéral après l'apport.

▶ L'autonomie en azote des futurs systèmes de cultures pourrait s'appuyer sur les légumineuses.

d'engrais azotés, ou comme résidus sources d'azote pour les autres cultures, les légumineuses pourraient jouer un rôle intéressant dans l'autonomie en azote des futurs systèmes de cultures.

Des protéagineux dans la rotation

Dans le contexte économique actuel, les protéagineux (pois, féveroles, lupins) présentent deux avantages :

- ne nécessitant pas d'apport d'azote pour assurer leurs besoins, leur rentabilité n'est pas tributaire des variations du cours des engrais azotés,
- la composition de leurs résidus (proportionnellement plus riches en azote que ceux des céréales à paille) conduit à des fournitures d'azote par le sol souvent plus élevées que celles observées après d'autres précédents. C'est une des composantes de l'effet précédent positif des protéagineux.

La figure 1 illustre l'intérêt d'un pois avant blé dans une rotation sur le site d'Epieds (27) de 2002 à 2004.

Des légumineuses en interculture

Il est agronomiquement possible, dans de nombreuses régions, d'implanter des légumineuses en interculture. Le couvert joue alors le rôle « d'engrais vert » après sa destruction en restituant une partie de l'azote accumulé à la culture suivante. Cette pratique est particulièrement adaptée aux intercultures longues qui laissent le temps au couvert de se développer et, grâce à la fixation symbiotique, d'accumuler plus d'azote que les couverts d'espèces non légumineuses (figure 2). Un

▲ Les associations de céréales/légumineuses sont parfois mises en pratique, essentiellement valorisées pour la récolte en fourrage. Les travaux en cours s'attachent à déterminer leur intérêt pour une récolte en grains.

point complet sur ce thème sera publié prochainement.

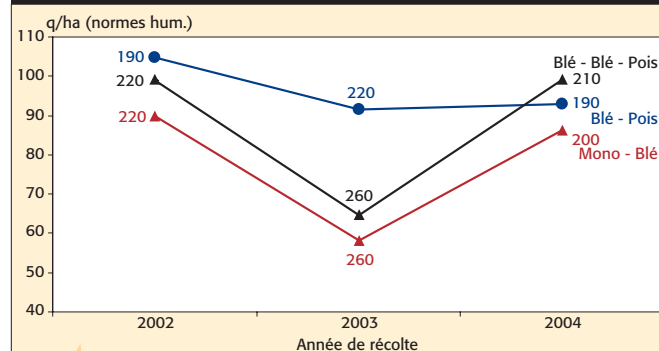
Des légumineuses en association ?

Les associations de céréales et de légumineuses sont étudiées depuis longtemps et cultivées parfois, essentiellement pour une valorisation de la récolte en fourrage. Plusieurs études récentes se

Les produits compostés n'apportent généralement que de faibles quantités d'azote rapidement minéralisable.



Rendements du blé en monoculture, du blé de pois et du blé de blé de pois dans l'essai pluriannuel d'Epieds (27) de 2002 à 2004 (fig. 1)



Les chiffres représentent la dose totale d'azote apportée (kg N/ha/an).

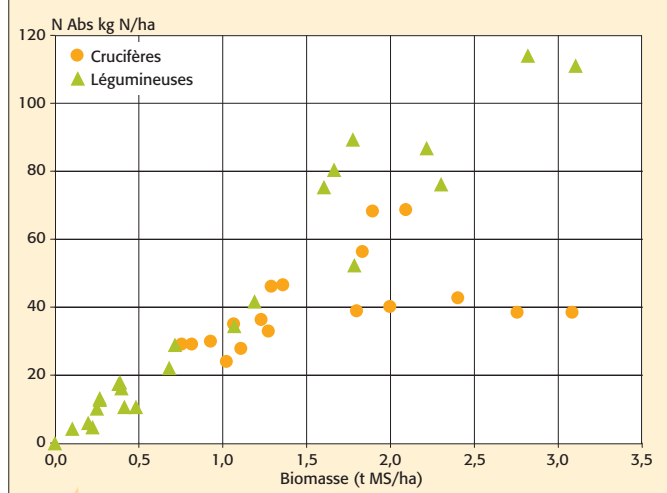
Avec une fertilisation azotée plus faible, le rendement du blé en rotation a toujours été meilleur que celui du blé en monoculture.





© N. Comtec

Relation biomasse – azote absorbé dans les parties aériennes de couvert crucifères (moutarde – radis) et légumineuses (vesce, trèfle, pois fourrager) (fig. 2)



Synthèse de neuf essais ARVALIS-Institut du végétal 1992 – 2008

Par rapport à des crucifères et pour un même niveau de biomasse, la quantité d'azote accumulée dans une légumineuse est en tendance plus importante.

sont attachées à déterminer l'intérêt de cette pratique pour la production de grain, notamment avec l'association blé-pois (cf *Perspectives Agricoles* n° 347 p. 52). Les premières conclusions sont les suivantes:

- par rapport à des cultures pures peu ou pas fertilisées, l'association est, à surface

égale, plus compétitive que les cultures pures cultivées séparément.

- par rapport à des cultures fertilisées normalement et à surface égale, les types d'association testés sont moins compétitifs que les cultures pures cultivées séparément.

- en terme d'itinéraires techniques, la conduite des associations blé-pois se heurte à certaines difficultés ou contraintes: désherbage (nécessité de produits homologués sur les deux cultures), synchronisme des maturités à la récolte, tri de la récolte... ■

▶ Avec peu ou pas d'apports d'engrais et à surface égale, une association blé-pois est plus compétitive que les cultures cultivées séparément.