

Fertilisation azotée

Mieux intégrer les apports organiques dans les calculs de doses

Des études récentes affinent les connaissances sur les quantités d'azote mises à disposition des cultures par les produits résiduaux organiques. Elles permettent d'ajuster le conseil en apports d'engrais minéraux.



Fondée sur des indicateurs globaux ou sur la cinétique de minéralisation de l'azote organique, l'estimation de la valeur fertilisante azotée des produits résiduaux organiques (Pro) se précise au fil des projets de recherche.

L'azote mis à disposition par les Pro à la culture réceptrice est communément appelé « l'effet direct des Pro ». Cet effet est fonction du produit (teneur en azote minéral et type de composés azotés organiques plus ou moins rapidement dégradables), de l'espèce cultivée, de la période et des modalités d'épandage.

Pour estimer cet effet, la méthode de référence s'appuie sur deux indicateurs calculés à partir de mesures d'azote absorbé par les cultures dans des essais au champ : le coefficient apparent d'utilisation (CAU) et le coeffi-

cient d'équivalence azote (Keq). Le CAU correspond au pourcentage de l'azote apporté par le produit qui est absorbé par la culture. Le Keq exprime l'équivalence en ammonitrate de l'azote contenu dans le produit. Il est utilisé dans la méthode de calcul de la dose d'azote diffusée par le Comifer en 2011 (1). La synthèse des résultats de 25 essais de longue durée, réalisée dans le cadre d'un projet (2) mené de 2007 à 2011, a permis d'enrichir le référentiel des Keq pour des Pro issus d'élevages (tableau 1).

Les références s'affinent

Globalement, les différences avec les valeurs publiées en 2001 sont faibles. Toutefois, trois actualisations méritent d'être signalées. La première concerne les fumiers de bovins compostés : les références

Les fumiers issus d'élevages de volailles sont plus rapidement valorisés que les produits bovins ou porcins en apport de printemps sur blé ou avant maïs, et en apport d'automne avant colza ou sur prairie.

1

Une concordance entre champ et laboratoire

L'étude menée par ARVALIS-Institut du végétal et INRA a porté sur 68 cinétiques mesurées sur différents sites et exprimées en jours normalisés pour la minéralisation. Un jour normalisé correspond à un jour avec une température moyenne de 15 °C et un sol humide mais ressuyé.

Dans cette étude, la comparaison de 44 cinétiques obtenues à la fois au champ et au laboratoire a montré que celles-ci concordent dans les deux tiers des situations. Les cas discordants correspondent à une sous-estimation de la minéralisation au laboratoire pour certains produits de type fumiers de volailles. Cette bonne concordance ouvre des perspectives intéressantes pour l'extrapolation au champ des cinétiques obtenues par incubation. Car le suivi du stock d'azote minéral au champ exige des essais lourds et coûteux, ce qui limite le nombre de cas référencés.

récentes montrent des valeurs plus élevées de Keq sur toutes les cultures. Elles sont proches de celles des fumiers bruts car les composts utilisés dans ces expérimentations ont une durée de maturation assez courte. Cela correspond à la pratique actuellement la plus répandue dans les exploitations d'élevage. Or les valeurs diffusées en 2001 étaient issues



© N. Cornic

Les valeurs d'utilisation de l'azote des fumiers bruts et compostés de porcs apportés au printemps sur maïs sont revues à la hausse en 2011.

Les valeurs diffusées en 2001 pour les apports de printemps sur maïs de fumiers bruts et compostés de porcs sont revues à la hausse.

de composts avec une période de maturation longue.

Autre nouveauté, les valeurs diffusées en 2001 pour les apports de printemps sur maïs de fumiers bruts et compostés de porcs sont revues à la hausse. La troisième évolution concerne le référencement des lisiers de porcs épandus au printemps sur colza qui sont aussi bien valorisés que sur blé.

vins ou porcins en apport de printemps sur blé ou avant maïs, et en apport d'automne avant colza ou sur prairie. Par ailleurs, l'efficacité des fumiers compostés reste du même ordre de grandeur que celle de fumiers bruts. Comme pour les fumiers compostés de bovins, les fumiers compostés de volailles étudiés n'ont pas subi de maturation longue.

Les fumiers de volailles plus efficace que ceux de bovins et de porcins

Les Keq des fumiers bruts ou compostés issus d'élevages de volailles confirment la meilleure efficacité immédiate de l'azote de ces produits par rapport aux produits bo-

Importance de la période d'apport et de la dose

Les lisiers de porcs, comme les fumiers de volailles, sont mieux valorisés sur blé au printemps plutôt qu'à l'automne, période où les pertes par lixiviation de nitrates sont plus importantes. Ces résul-

Les fumiers de porcs mieux valorisés que les fumiers de bovins

Culture	Période apport	Valeurs	FB	CFB	FP	CFP	FV	CFV	LB	LP
blé	automne	2001	0,15	0,05	0,20	0,05				
		moy. ± e.t	0,12 ± 0,07	0,11 ± 0,07	0,12 ± 0,06	0,07 ± 0,04	0,22 ± 0,05	0,14 ± 0,04		0,42 ± 0,22
	printemps	2001							0,50	0,60
		moy. ± e.t					0,45 ± 0,17			0,62 ± 0,16
colza	fin été	2001	0,20		0,30		0,50		0,40	0,50
		moy. ± e.t	0,22 ± 0,13	0,20 ± 0,13			0,50 ± 0,24			0,31 ± 0,27
	printemps	2001								
		moy. ± e.t								0,56 ± 0,18
maïs	automne	2001	0,20	0,15	0,20	0,15				
		moy. ± e.t	0,11 ± 0,07							0,48 ± 0,19
	printemps	2001	0,30	0,20	0,30	0,20	0,60	0,40	0,50	0,60
		moy. ± e.t	0,33 ± 0,19	0,29 ± 0,19	0,47 ± 0,20	0,35 ± 0,20	0,51 ± 0,17	0,43 ± 0,19		0,47 ± 0,25
prairie	automne	2001	0,15	0,10	0,40	0,20				
		moy. ± e.t	0,20 ± 0,12	0,15 ± 0,09	0,25 ± 0,05	0,25 ± 0,08	0,45 ± 0,14	0,34 ± 0,14		0,38 ± 0,32
	printemps	2001	0,10	0,05	0,40	0,20			0,60	0,70
		moy. ± e.t		0,43 ± 0,28						0,74 ± 0,37

Tableau 1 : Valeurs 2001 : Les Keq moyens diffusées dans la brochure « Fertiliser avec des engrais de ferme » publiée en 2001. Moy. ± e.t : moyennes et écarts-types des coefficients d'équivalence ammonitrate des produits étudiés sur 25 essais (FB : fumiers de bovins, CFB : fumiers de bovins compostés, FP : fumiers de porcins, CFP : fumiers de porcins compostés, FV : fumiers de volailles, CFV : fumiers de volailles compostés, LB : lisiers de bovins, LP : lisiers de porcins).

Les valeurs moyennes pour chaque type de produit-culture réceptrice-période d'apport sont assorties d'une grande variabilité tant entre sites qu'entre années successives pour un même site.

La variabilité entre sites est principalement liée à la composition du produit mais également aux conditions pédoclimatiques. Toutefois le faible nombre d'essais à disposition par type de produit ne permet pas d'en déduire une modulation du Keq par région climatique.

La variabilité interannuelle sur un même site reflète l'impact du climat sur la vitesse de minéralisation de l'azote organique et sur les risques de pertes par volatilisation et/ou par lixiviation. Ces pertes étant difficiles à estimer et les conditions de minéralisation de l'année difficiles à prévoir, il est conseillé d'utiliser des outils de pilotage pour ajuster au mieux la fertilisation azotée minérale complémentaire aux apports organiques.

tats confortent l'intérêt d'apporter les produits à forte teneur en azote minéral ou/et à minéralisation très rapide après l'apport au plus près des besoins des cultures.

Quelques essais ayant comparé plusieurs doses d'apport de fumiers bruts ou compostés de bovins et de porcins, montrent que le Keq d'apports réalisés sur blé et maïs a tendance à décroître au-delà d'une dose de 150-200 kg d'azote total, ce qui correspond à environ 25-30 t/ha pour les fumiers de bovins et 15-20 t/ha pour les fumiers de porcs.

Mieux ajuster la dose...

En 2008, une synthèse réalisée par l'INRA et ARVALIS – Institut du végétal a permis d'évaluer les cinétiques de minéralisation au champ de l'azote organique de seize types de Pro d'origine très variée (élevages, agro-industries ou urbains) (encadré 1). La prise en compte de ces cinétiques permet de mieux ajuster la dose d'azote minéral à fournir dans le cas de Pro apportés avant « l'ouverture du bilan d'azote ».

... en évaluant le degré de minéralisation

Prenons l'exemple de Pro apportés en automne avant le semis du blé. L'utilisation des cinétiques de minéralisation de référence et des données climatiques enregistrées depuis l'apport permet de calculer la quantité d'azote déjà minéralisée au moment de la mesure du reliquat azoté de sortie d'hiver (RSH). Il est ensuite possible d'en déduire celle qui sera minéralisée entre la sortie de l'hiver et la fin de la période d'absorption d'azote par le blé. La dose complémentaire d'azote minéral à appliquer est alors estimée avec une meilleure précision. Par exemple, un apport de 20 t/ha de fumier de bovins au 1^{er} octobre avant un semis de blé à Boigneville (91) fournit au blé une dose totale de 45 kg N/ha dont 20 kg sous forme minérale (ammoniacale) et 25 kg d'azote organique

La prise en compte de ces cinétiques permet de mieux ajuster la dose d'azote minéral à apporter.

La dose des apports minéraux peut être ajustée en prenant en compte les fournitures du sol liées à un apport organique antérieur.

qui seront minéralisés au cours du cycle du blé. Parmi ces 25 kg d'azote, 18 kg seront minéralisés après la mesure du RSH. Les 7 kg minéralisés avant sont, comme les 20 kg d'azote ammoniacal, en partie pris en compte dans le RSH et, pour le reste, déjà absorbés par le blé. Les 18 kg minéralisés au cours du printemps viennent donc en déduction de la dose totale d'azote minéral à appliquer. Quelques outils de calcul de fertilisation azotée (Azofert, Azolis...) utilisent déjà les cinétiques de minéralisation de l'azote organique des Pro pour estimer la part de l'azote organique restant à minéraliser après la mesure du RSH.

Ces cinétiques peuvent également aider à choisir la période d'épandage des Pro et à fractionner la fertilisation azotée minérale en fonction de la date d'épandage du Pro (figure 1). ■

(1) : Ces deux indicateurs sont liés entre eux par la relation : $Keq = CAU \text{ du PRO/CAU de l'ammonitrate}$.
(2) Neuf organismes ont pris part au projet : ARVALIS - Institut du végétal, INRA, Institut de l'Élevage, les chambres d'Agriculture de Bretagne, de Loire-Atlantique, du Cher, de la Creuse, de la Haute-Vienne et de l'Indre.

Alain Bouthier

a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

Robert Trochard

r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

Ajuster la dose des apports minéraux sur blé grâce aux fientes de volailles

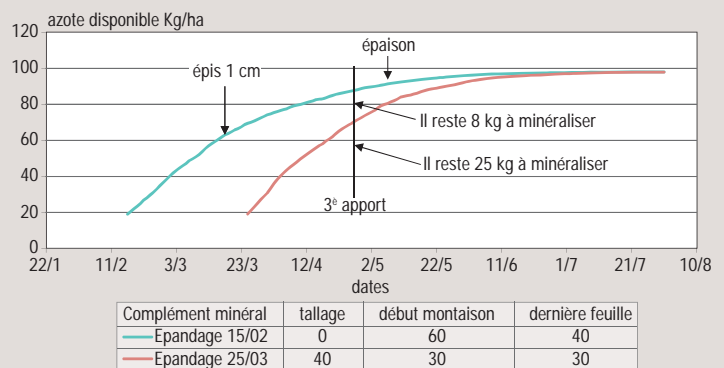


Figure 1 : Évolution de l'azote disponible (azote minéral + azote organique minéralisé) après épandage de 5 tonnes/ha de fientes de volailles le 15/02 et le 25/03 sur blé apportant 204 kg N/ha : simulation effectuée sur le poste climatique de Boigneville et sur la période 1991-2010. Le nombre de jours normalisés correspond à une année médiane.

L'apport de 5 tonnes/ha de fientes de volailles sur blé en février remplace le premier apport d'engrais azoté minéral. Ces cinq tonnes, épandues en mars, donnent lieu à une réduction de la dose des deux derniers apports minéraux.

