

Produits résiduaires organiques

L'azote organique continue de se minéraliser après l'année de l'apport

L'azote organique des produits résiduaires organiques (Pro) se minéralise progressivement. Bien que l'effet azote le plus important ait lieu au cours de la campagne suivant l'apport, il est encore décelable en deuxième année mais plus difficilement au-delà. Seuls des apports répétés et fréquents se traduisent au bout de 10 ans par un supplément de minéralisation significatif et durable.



© N. Cornec

La minéralisation de l'azote d'un Produit résiduaire organique (Pro) se poursuit au-delà de la récolte de la culture sur laquelle il a été apporté. Mais le taux de minéralisation décroît rapidement avec le temps. Les formes d'azote organique encore présentes au-delà de la deuxième campagne sont plus stables et leur taux annuel de minéralisation se rapproche de celui de la matière organique du sol dans laquelle elles s'incorporent progressivement. C'est ce qui ressort de la synthèse de plusieurs essais de longue durée (7 à 20 ans) qui ont suivi au champ les effets d'apports répétés à moyen et long terme de Pro issus d'élevages (1).

Un supplément mesurable pour la culture suivante

Les essais ont consisté à réaliser des apports organiques tous les deux ou trois ans et à quantifier le supplément de minéralisation observable au cours de la deuxième année suivant l'apport, une partie étant absorbée par la culture en place et le reste lessivé au cours de la période hivernale si la capacité de croissance et d'absorption d'azote de la culture est faible. C'est dans les successions maïs (grain ou fourrage) - blé que ce supplément d'absorption provenant de la minéralisation de 2^e année a surtout été identifié, en cas d'apports réalisés tous les deux ans sur maïs

Tous les Pro à vitesse de minéralisation intermédiaire, comme les fumiers de bovins, ont un effet azoté perceptible la campagne suivant l'apport.

puis complétés par une fertilisation azotée minérale. Pour identifier ce phénomène, les essais ont cherché à comparer l'absorption du blé avec ou sans apport de Pro sur le maïs précédent. Attention toutefois : l'azote absorbé en plus par le blé pouvait provenir non seulement de la minéralisation mais aussi d'un reliquat d'azote plus élevé laissé par le maïs ayant reçu le Pro. Pour s'affranchir de ce biais, un CAU (Coefficient apparent d'utilisation) correspondant au pourcentage de l'azote apporté par le Pro sur le maïs et absorbé par le blé, a été calculé en prenant en compte la différence de reliquat d'azote minéral sous le blé en sortie d'hiver (figure 1).

Un effet moindre un an après l'apport

D'autres essais, comparant des apports annuels à des épandages tous les trois ans, ont permis de nuancer l'importance du supplément observé en deuxième année selon le délai entre la date de l'apport organique et l'implantation de la culture suivante. Plus le délai est court, plus ce supplément est élevé. Dans le cas d'un blé, il s'observe plus fréquemment après un maïs ayant reçu un apport au cours du printemps, c'est-à-dire 6 à 9 mois avant l'implantation du blé, que dans le cas d'un apport réalisé plus d'un an avant l'implantation du blé, par exemple sur un précédent colza à l'automne. Toutefois, dans le cas d'un apport sur maïs irrigué ce supplément est

moins souvent détecté, probablement parce que l'irrigation crée des conditions d'humidité du sol plus favorables à la minéralisation au cours de la campagne maïs.

Ce supplément d'azote en deuxième année n'est pas pris en compte dans les outils de calcul de la dose d'azote.

Ces observations peuvent se généraliser aux Pro à vitesse de minéralisation intermédiaire (2) comme le fumier de bovins. Les Pro à vitesse de minéralisation rapide, par exemple les fientes de volailles, libèrent la totalité de leur azote labile au cours de la première année suivant l'apport et n'ont quasiment plus d'effet dès la deuxième année.

Aujourd'hui, ce supplément d'azote en deuxième année qui peut s'observer indépendamment



Un apport annuel de 20 à 25 t/ha de fumier de bovins pendant une dizaine d'années induit un supplément de minéralisation de l'ordre de 40 kg N/ha/an.

du fait que l'apport soit occasionnel ou répété, n'est en tout cas pas pris en compte dans les outils de calcul de la dose d'azote. Or il peut représenter de 10 à 20 kg d'azote par hectare (kg N/ha) pour un apport de 100 à 200 kg N/ha d'azote total avec du fumier de bovins.

Un stock dans la couche labourée

Après 9 ou 10 ans d'apports annuels, ou 20 ans d'apports bisannuels de Pro, certains essais ont fait l'objet de mesures spécifiques au champ, doublées d'analyses au laboratoire. Objectif : quantifier les effets de ces apports sur le stockage de carbone et d'azote organique ainsi que sur le supplément de minéralisation d'azote par rapport à une fertilisation minérale seule. Ces mesures ont été réalisées après un arrêt des apports avec un délai minimum de 12 mois, afin de s'affranchir des effets liés au supplément de minéralisation en deuxième année.

Les apports de Pro permettent au final un maintien ou une augmentation du stock de carbone et d'azote organiques.

Les apports répétés de Pro qui cumulent de 1 000 à 2 500 kg N/ha principalement sous forme organique, pour des durées d'apport variant de 9 à 20 ans, conduisent le plus souvent à un stockage significatif de carbone et d'azote organique dans la couche labourée (0-25 cm), comparativement à une fertilisation minérale seule.

6 à 20 % de l'azote du fumier apporté sur maïs est absorbé par le blé suivant

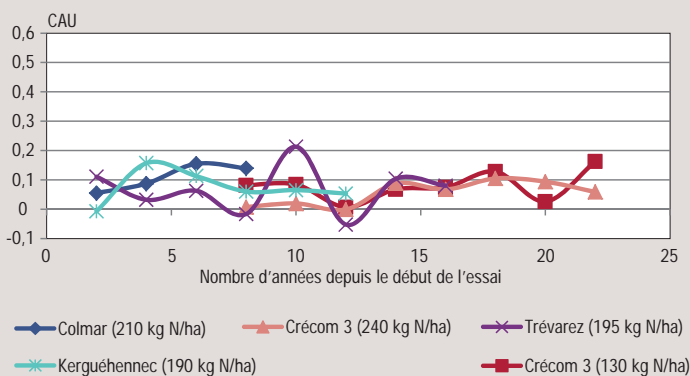


Figure 1 : Evolution du CAU sur blé, de l'azote d'un apport de fumier de bovins réalisé sur le maïs précédent

() = dose moyenne d'azote total apportée par le fumier de bovins sur maïs

Le CAU (Coefficient apparent d'utilisation) sur blé de l'azote du Pro apporté avant maïs a été déterminé en mesurant l'écart d'absorption du blé suivant avec ou sans apport de Pro sur le maïs précédent et en prenant en compte l'écart de reliquat d'azote minéral en sortie d'hiver. Pour le fumier de bovins, le CAU mesuré sur le blé suivant un apport de Pro sur une culture précédente de maïs, varie de 6 à 20 % de l'azote selon les essais. Le graphique montre que ce supplément ne s'est pas accru au cours du temps. Cela laisse penser que la minéralisation plus rapide liée à des formes labiles de l'azote organique des Pro concerne essentiellement les deux premières campagnes après l'apport. Si ce supplément s'était manifesté sur trois campagnes, le CAU aurait augmenté régulièrement au cours du temps dans cette rotation.

Sur dix ans : un supplément d'environ 40 kg/ha/an pour un apport annuel de 20 à 25 t/ha

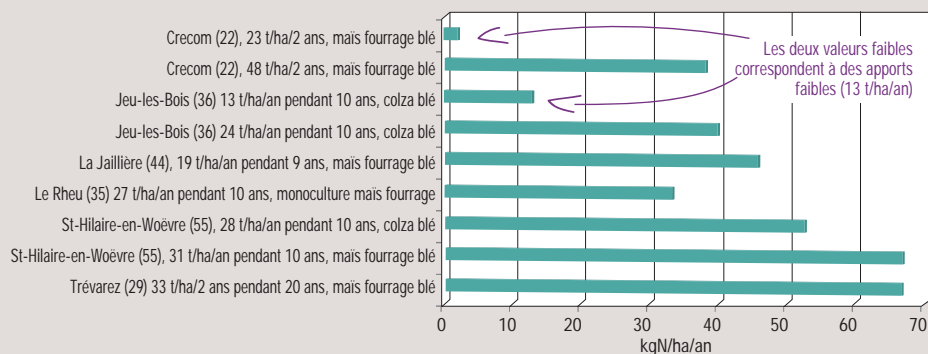


Figure 2 : Supplément de minéralisation annuelle liée à des apports répétés de fumier de bovins par rapport à une fertilisation minérale azotée seule, calculée avec le modèle Lixim à partir de mesures de stock d'azote minéral sous sol nu.

La dose annuelle d'azote apportée explique en partie les écarts observés. C'est ce que montrent les résultats des deux sites, Jeu-les-Bois et Crecom, où deux doses étaient comparées (respectivement 13 et 24 t/ha/an, 23 et 48 t/ha/2 ans équivalentes à 12,5 et 24 t/ha/an). La plus faible dose annuelle (13 t/ha) n'induit pas d'effet significatif au bout de 10 années d'apport.

Les essais de La Jaillière, de Jeu-les-Bois à la dose de 24 t/ha/an, de Crecom à la dose de 48 t/ha/2 ans et du Rheu montrent qu'un apport annuel de

20 à 25 t/ha de fumier de bovins sur une dizaine d'années induit un supplément de minéralisation de l'ordre de 40 kg N/ha/an. Ce même niveau d'apport peut conduire à un supplément plus élevé (50 à 60 kg N/ha) sur certains essais (Trévarez, St Hilaire 1), à mettre en relation avec la composition des fumiers, la rotation et les conditions pédo-climatiques. Des travaux sont en cours pour proposer une méthode d'estimation de ce supplément de minéralisation après des apports répétés de Pro et seront présentés dans un prochain article.

Dans les systèmes où la majeure partie des résidus de récolte est exportée, ce qui est le cas dans la plupart des essais étudiés, le stock de carbone et d'azote organiques a tendance à diminuer au cours du temps. Mais les apports de Pro permettent au final un maintien ou une augmentation du stock. Pour un essai donné, le stockage est corrélé à la dose apportée. Mais il varie fortement d'un site à l'autre et pour un même type de produit, le contexte agropédoclimatique et la composition des fumiers pouvant varier localement.

Un supplément fonction des apports annuels

Pour les fumiers de bovins, type de Pro le plus étudié dans les essais, le stockage d'azote organique dans le sol induit après 10 ans d'apports un supplément de minéralisation annuel en fin d'essai très variable, qui va de moins de 10 à plus de 60 kg N/ha/an selon les sites (figure 2). Les différences s'expliquent en grande partie par les écarts dans les doses d'apport annuelles, comprises entre 15 et 30 t/ha. En tendance, un apport annuel de 20 à 25 t/ha de fumier de bovins pendant une dizaine d'années induit un supplément de minéralisation de l'ordre de 40 kg N/ha/an. Une moyenne qui dépend toutefois fortement du type de Pro et du contexte pédo-climatique. ■

(1) Les résultats de ces essais de longue durée ont été synthétisés dans le cadre d'un projet CASDAR conduit de 2007 à 2011, associant neuf organismes (ARVALIS-Institut du végétal, INRA, Institut de l'Élevage, Chambres d'Agriculture de Bretagne, de Loire-Atlantique, du Cher, de la Creuse, de la Haute-Vienne et de l'Indre).

(2) Voir article paru en janvier 2012 dans le numéro 385 de Perspectives Agricoles.

Alain Bouthier

a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

Robert Trochard

r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

Thierry Morvan

INRA Rennes

Jean Grall

Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne

Dans les systèmes où la majeure partie des résidus de récolte est exportée, le stock de carbone organique a tendance à diminuer au cours du temps.