

## PRODUITS RÉSIDUAIRES ORGANIQUES

# MIEUX CONNAÎTRE la valeur fertilisante



Le projet PROLAB vise à proposer une estimation de la valeur fertilisante et amendante des produits résiduels organiques (PRO) sans passer par un essai au champ.

© ARVALIS-Institut du végétal

LES INNOVATIONS

La diversité des origines des produits résiduels organiques ou PRO (élevage, industrie agroalimentaire, ville), des matières premières (paille, sciure, déjections, eaux usées, déchets industriels ou de taille...), des traitements (compostage, méthanisation, séparation de phase...) et des mélanges réalisés ne permet pas de les tester tous en expérimentation au champ pour connaître leurs effets fertilisants et amendants. L'estimation de ces effets, à partir d'analyses de laboratoire plus précises et représentatives des comportements au champ, donnerait accès à cette connaissance pour tous les PRO. C'était l'objectif du projet PROLAB (*encadré*) dans lequel un essai au champ, destiné à mesurer les cinétiques de minéralisation de l'azote de produits organiques, a été mis en place pour servir de référence aux analyses de laboratoire.

## Sept produits testés

L'essai a été réalisé chez un agriculteur de l'Aisne sur un sol de limon profond (70 % de limon et 21 à 24 % d'argile jusqu'à 1 m de profondeur, pas de calcaire et un pH de 8,1 dans l'horizon labouré). Une partie a été semée en maïs fourrage, juste

**Prédire, par analyse, le devenir des éléments nutritifs dans le sol après épandage vise à améliorer l'utilisation des produits organiques (PRO), au plan économique, agronomique et environnemental.**

après l'épandage des PRO, afin de connaître la disponibilité de leur azote pour les plantes. L'autre partie est restée en sol nu pendant un an en vue de mesurer la minéralisation de l'azote organique des PRO. Un témoin sans apport a été conservé pour connaître la minéralisation de l'azote organique du sol.

Les produits testés présentent une grande diversité d'aspect (granulométrie, consistance, etc.) et de comportement (teneur en azote minéral, taux de minéralisation de l'azote organique) :

**- un compost de boue et de déchets verts solide :** boue 37 %, refus de criblage 52 %, déchets verts 11 % (teneur en matière sèche (MS) 66 %).

- **un compost d'ordures ménagères résiduelles solide**, obtenu par traitement mécano-biologique après collecte sélective des emballages et des déchets dangereux, huit semaines en aération forcée (72 % de MS).

- **une boue de station d'épuration pâteuse**, activée par aération prolongée, déshydratée par centrifugation (18 % de MS).

- **un digestat de méthanisation solide**, issu de pailles et de fumiers de taurillons, obtenu par voie sèche mésophile (37 °C) après deux mois en batch (18 % de MS).

- **un digestat de méthanisation liquide**, provenant de fumiers de vaches laitières (20 %), de lisier de bovin (45 %), de lisier de porc (19 %), de déchets tiers (1 %) et de déchets d'industrie alimentaire liquides (15 %), issu d'un digesteur mésophile (6 % de MS).

- **un fumier de vaches laitières, très pailleux** à 31 % de MS.

- **un fumier de volailles de chair sur sciure** à 63 % de MS.

### Une minéralisation différenciée de l'azote organique

Trois produits - le compost de boue et de déchets verts, le compost d'ordures ménagères et le digestat issu d'une méthanisation voie sèche - présentent une phase d'organisation de l'azote juste après l'épandage (*figure 1, courbes en dessous de 0 %*). Au bout d'un an, les deux composts ne libèrent que très peu d'azote (moins de 10 % de leur azote organique). Sur la même période le digestat voie sèche libère environ 20 % de son azote organique. Le fumier de bovin, bien que pailleux, ne présente pas d'organisation d'azote après épandage et minéralise également 20 % de son azote organique en 1 an. Le digestat liquide (infiniment mélangé) minéralise en 1 an autant que la boue urbaine, soit environ 35 % de l'azote organique. Ce digestat liquide minéralise très rapidement après épandage alors que la minéralisation

## De multiples étapes

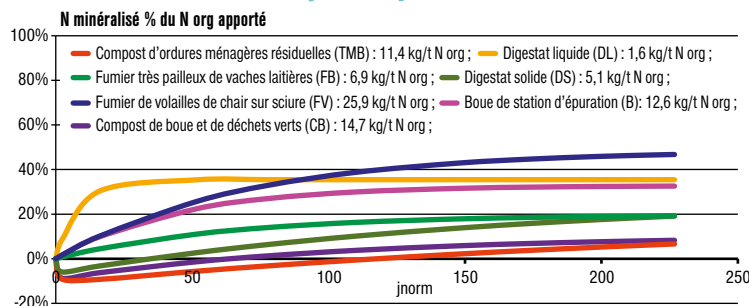
Le projet PROLAB co-financé par l'ADEME a rassemblé de 2014 à 2017 de nombreux partenaires (plusieurs laboratoires de l'Inra, LDAR, Arvalis, UniLaSalle Rouen, Cirad UR Recyclage et Risques, Rittmo Colmar). Il a étudié l'impact de différentes préparations des échantillons de PRO sur les résultats d'analyses, des conditions d'incubation sur la dynamique de minéralisation ainsi que l'évaluation des risques de volatilisation de  $\text{NH}_3$  et d'émission de  $\text{N}_2\text{O}$ . Il s'agit, à terme, de proposer des lois de transposition des résultats de laboratoire au champ.

de l'azote organique de la boue est plus progressive. Enfin, le fumier de volaille sur litière de sciure minéralise progressivement plus de 40 % de son azote organique en 1 an.

### Un potentiel fertilisant azoté plus ou moins accessible

L'azote organique minéralisé, additionné à l'azote minéral contenu dans le PRO au moment de l'épandage, représente la quantité d'azote potentiellement disponible pour la culture réceptrice, en l'absence de pertes par volatilisation ( $\text{NH}_3$ ), par dénitrification ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ou par lixiviation ( $\text{NO}_3^-$ ). Pour un apport de 100 kg/ha d'azote total, les deux composts, le digestat voie sèche et le fumier de bovins ont des potentiels similaires d'environ 20 kg d'azote/ha pour 100 kg d'azote épandu (*figure 2*).

## MINÉRALISATION : une dynamique variable selon les PRO



**Figure 1 : Cinétiques de minéralisation ajustées à l'aide du modèle Lixim des sept PRO du projet PROLAB.** 200 jours normalisés correspondent à 1 année calendaire. Essai en sol nu.



De nombreux engrais et amendements organiques sont potentiellement disponibles.

Toutefois, le potentiel du fumier de bovin est plus régulièrement accessible que celui des deux composts et du digestat voie sèche qui provient majoritairement d'azote ammoniacal, sensible aux pertes par volatilisation. La boue urbaine et le fumier de volailles ont des potentiels proches (50 à 60 kg d'azote/ha pour 100 kg d'azote total épandu) avec un risque identique de ne pas atteindre ce potentiel puisqu'ils apportent respectivement 26 et 22 kg d'azote ammoniacal pour 100 kg d'azote total appliqué. Le digestat liquide a un potentiel de disponibilité très élevé (près de 80 kg pour 100 kg d'azote total appliqué) mais il est essentiellement dû à l'azote ammoniacal apporté (62 kg), ce qui rend beaucoup plus aléatoire l'atteinte de ce potentiel et nécessite la mise en œuvre de techniques de limitation de la volatilisation d'ammoniac lors de l'épandage ou juste après.

### Constats agronomiques

De ces analyses, il ressort également que les composts, le fumier de bovin et le digestat voie sèche peuvent être épandus aussi bien en fin d'été, à l'automne ou au printemps sans risque accru de lixiviation du nitrate, compte tenu de la faible quantité d'azote minéral disponible sur les 50 premiers jours normalisés (du semis au stade épis 1 cm d'une céréale d'hiver). Le fumier de volaille et la boue urbaine sont plutôt destinés à être épandus en fin d'été, à l'implantation d'un colza ou d'une CIPAN, ou au printemps : la disponibilité de l'azote (environ 40 kg pour 100 kg appliqués) est trop importante à 50 jours normalisés pour les besoins d'une céréale d'hiver sur la période considérée, ce qui accroît les risques de lixiviation du nitrate. Le digestat liquide, qui a un effet azote immédiat très important, pourra être appliqué en fin d'été sur colza, en limitant la dose pour éviter des développements trop importants de la culture à l'automne. Pour les autres cas, il sera à réserver aux épandages de sortie d'hiver ou de printemps. Dans l'essai maïs fourrage, les doses de PRO appliquées ont été les mêmes que sur le sol nu. Les rendements obtenus sont compris entre 15 et 18 t de matière sèche par hectare. Les mesures de stocks d'azote minéral dans le sol sur 90 cm ont été réalisées à la mise en place de l'essai et à la récolte du maïs. Les absorptions d'azote se situent entre 150 kg d'azote/ha pour le témoin non fertilisé et 280 kg d'azote/ha pour les fumiers de volaille. Une relation étroite entre l'azote des PRO potentiellement disponible (calculé à partir des résultats de l'essai en sol nu) et l'azote absorbé par les parties aériennes du maïs fourrage a été mise en évidence dans les mêmes modalités. Il n'y a donc pas d'effet de la présence de plante sur la minéralisation de l'azote lorsqu'on exprime le temps

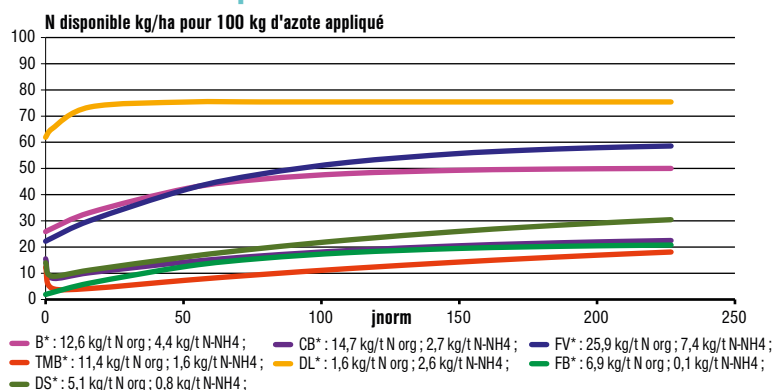


Le fumier de bovin peut être épandu aussi bien en fin d'été, à l'automne ou au printemps sans risque accru de lixiviation.

en jours normalisés. Cette très bonne correspondance entre l'azote potentiellement disponible et l'azote absorbé montre qu'il est possible de bien estimer la disponibilité de l'azote d'un PRO pour une culture à partir de la teneur en azote ammoniacal, de la teneur en azote organique et de la cinétique de minéralisation de l'azote organique. Les logiciels de calcul dynamique des besoins en fertilisant azoté des cultures sont aujourd'hui opérationnels pour utiliser ces données et proposer des conseils ajustés en cours de culture.

Robert Trochard - r.trochard@arvalis.fr  
ARVALIS - Institut du végétal  
Sabine Houot - sabine.houot@inra.fr  
INRA, UMR ECOSYS

### APPORTS AUX CULTURES : des potentiels parfois élevés à confronter au risque de volatilisation.



\* : voir légende de la figure 1

Figure 2: Disponibilité potentielle de l'azote total des PRO étudiés dans le projet PROLAB.