

# VALEUR AZOTE A COURT MOYEN ET LONG TERME DES PRODUITS RESIDUAIRES ORGANIQUES ISSUS D'ELEVAGES (PROE)

**Auteurs: TROCHARD Robert<sup>1</sup>, BOUTHIER Alain<sup>2</sup>, MORVAN Thierry<sup>3</sup>, Jean GRALL<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> ARVALIS Institut du végétal, La Jaillière La Chapelle Saint Sauveur F-44370.  
r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr,

<sup>2</sup> ARVALIS Institut du végétal, Saint Pierre d'Amilly F-17700. a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

<sup>3</sup> INRA, UMR1069, Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, F-35000 Rennes . morvan@rennes.inra.fr

<sup>4</sup> Pôle Agronomie-Productions végétales, Chambre régionale d'Agriculture, rond-point Maurice Le Lannou CS 14226 35042 Rennes cedex. jean.grall@bretagne.chambagri.fr

Les agriculteurs français épandent annuellement sur leurs terres cultivées 330 millions de tonnes de produits résiduares organiques dont 94 % sont issus de l'activité d'élevage. L'acquisition de références sur la valeur fertilisante azotée des produits organiques, qui constituent un gisement important d'azote, a surtout porté jusqu'à présent sur l'évaluation des effets à court terme (année de l'apport). Par contre, les effets azote à moyen et long terme sont encore mal quantifiés car les références issues d'expérimentations de longue durée sont rares.

Un projet CASDAR a été conduit de 2007 à 2011 par 9 organismes (ARVALIS-Institut du Végétal, INRA, Institut de l'Elevage, Chambres d'Agriculture de Bretagne, Chambres d'Agriculture de Loire-Atlantique, du Cher, de la Creuse, de la Haute-Vienne et de l'Indre) dans le but de mieux quantifier la disponibilité en azote des PROE et de valoriser les résultats de l'ensemble des essais de longue durée avec apports de PROE, mis en place par ces organismes. Ces essais cumulent entre 7 et 20 années d'apports à des fréquences variables, dans des conditions pédoclimatiques variées. Le projet avait pour objectifs de réaliser une synthèse des effets azote annuels et de réaliser des mesures complémentaires en vue de quantifier les effets d'apport répétés de PROE sur le statut organique du sol et sur le supplément d'activité minéralisatrice résultant de ce stockage.

25 essais répartis sur 15 sites ont été analysés, implantés en majorité sur des sols limoneux de l'Ouest de la France, dans des rotations maïs fourrage/blé pailles exportées. 9 types de produits organiques (fumiers, composts, lisiers) issus d'élevages bovins porcins ou avicoles, ont été étudiés. Le fumier de bovins, produit organique le plus répandu, a été étudié sur la majorité des essais.

10 ans d'apports annuels ou 20 ans d'apports bisannuels de PROE qui cumulent de 1000 à 3000 kgN.ha-1, conduisent pour un grand nombre de traitements à un stockage significatif de C et N organique dans les sols, comparativement à une fertilisation minérale seule. Dans des essais le plus souvent conduits en systèmes de cultures exportant la majeure partie des résidus de récolte, où le stock de C organique a diminué au cours du temps, de tels apports de PROE ont permis un maintien ou une augmentation de ce stock. Le stockage est corrélé à la dose apportée, pour un essai donné, mais varie fortement d'un site à l'autre, pour un même type de produit à des doses voisines, l'effet « site » étant lié à la fois au contexte agropédoclimatique et à la composition des PROE.

Le stockage du C et N organiques apportés par les PROE dans des fractions fines (0-50  $\mu$ ) et intermédiaires (50-200  $\mu$ ) de la matière organique du sol à turn over lent suggère que les effets sur la minéralisation d'azote du sol vont s'exercer sur des temps longs.

La dynamique d'évolution du N organique apporté par les fumiers de bovins, approchée avec un modèle à pas de temps annuel (modèle « Decay series » de Pratt), ajusté à la fois sur le stockage et le supplément de minéralisation (SMIN-N) par rapport à une fertilisation minérale seule, mesurés après l'arrêt des apports, conduit à calculer des valeurs de SMIN-N croissantes avec le temps pour des scénarios d'apport réguliers.

L'analyse de l'évolution au cours du temps des suppléments annuels d'absorption d'azote des cultures réceptrices, induits par les apports répétés de PROE, ne permet pas de rendre compte d'un accroissement de SMIN-N au cours du temps. Il semble donc que 10 ans d'apports annuels de PROE représentent un délai encore trop court pour qu'un supplément de minéralisation de N puisse être significativement mis en évidence par la mesure de l'absorption de N des cultures.

Plusieurs hypothèses d'explication sont avancées pour expliquer cette absence de réponse significative :

L'importante variabilité interannuelle des CAU (coefficients de variation de l'ordre de 50 %) peut masquer les évolutions.

- Un temps d'occupation des cultures (entre 40 et 70 % du temps annuel estimé en jours normalisés) ainsi qu'une capacité d'absorption ne leur permet pas de valoriser la totalité du SMIN-N annuel. Le reste du SMIN-N peut être l'objet de pertes par lixiviation d'azote nitrique (qui ont été mises en évidence dans certains essais) mais aussi de formes organiques dissoutes.
- Des pertes gazeuses par dénitrification, le transfert et le stockage de N organique dans les horizons plus profonds, pourraient aussi expliquer les défauts de bilan relativement importants calculés entre le cumul de l'azote apporté d'une part et l'azote exporté par les cultures, stocké dans la matière organique de l'horizon labouré et l'azote nitrique lixivié d'autre part.

Les méthodes de calculs des effets azote long terme (méthode COMIFER 2011 et méthode développée par les chambres d'Agriculture de Bretagne) ont été évaluées sur la base des suppléments de minéralisation mesurés après l'arrêt des apports. Les résultats montrent que les estimations réalisées par ces méthodes sont peu précises mais non biaisées. Des travaux sont en cours pour proposer des améliorations de ces méthodes.

Outre les acquis sur les suppléments de minéralisation à moyen et long terme, les résultats de l'étude ont permis d'enrichir le référentiel des effets directs mesurés sur les cultures réceptrices en élargissant la gamme des produits référencés (composts), des cultures réceptrices, des doses, fréquences et périodes d'apports ainsi que des conditions agropédoclimatiques. Mais le faible nombre d'essais disponibles ne permet pas de proposer de modulation de l'effet direct d'un type produit selon le contexte agropédoclimatique.

**Cette étude a été réalisée avec le soutien financier du ministère de l'agriculture et de la pêche dans le cadre d'un projet CASDAR, « gestion durable des sols avec des produits organiques issus d'élevages ».**

## Les Auteurs

**Robert TROCHARD**, Ingénieur d'études (2011), technicien à ARVALIS-Institut du Végétal depuis 1978, spécialiste fertilisation avec produits organiques



**Alain BOUTHIER**, Ingénieur agronome ENSA Rennes (1979), ingénieur d'études à ARVALIS-Institut du Végétal depuis 1987, spécialiste sols et fertilisation.



**Thierry MORVAN**, Ingénieur agronome ENSAIA Nancy (1985)  
Ingénieur d'Etudes à l'INRA de Rennes depuis 1990  
Thèse de Doctorat Université Paris 6 . 'Quantification et modélisation des flux d'azote résultant de l'épandage des lisiers', soutenue en novembre 1999



**Jean GRALL**, Ingénieur agricole , ESA Angers (1970), ingénieur d'études au Pole agronomique des Chambres d'agriculture de Bretagne depuis 2005, spécialiste sols et fertilisation.

