

EFFETS D'APPORTS RÉPÉTÉS DE FUMIERS STOCKÉS ET COMPOSTÉS SUR LA MINÉRALISATION DE L'AZOTE ORGANIQUE DU SOL °°

,TROCHARD Robert¹, BOUTHIER Alain², MORVAN Thierry³

1 ARVALIS Institut du végétal, La Jaillière La Chapelle Saint Sauveur 44370,

r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr,

2 ARVALIS Institut du végétal, Saint Pierre d'Amilly 17700 ; a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr,

3 INRA, UMR 1069, Sol, Agro et hydrosystèmes Spatialisation, 35000 Rennes, France

morvan@rennes.inra.fr

Contexte et objectifs

Les produits résiduels organiques (PRO) issus d'élevages représentent une source de fertilisation azotée importante mais dont la valeur azote reste encore difficile à évaluer avec précision. En effet, l'azote contenu dans ces produits est présent sous différentes formes, minérales et organiques, disponibles pour les cultures dans des délais très variables, de quelques jours pour les formes minérales à plusieurs années (voire plusieurs dizaines d'années) pour certaines formes organiques. On distingue ainsi des effets azote à court terme liés à la fraction minérale et à la fraction organique minéralisable au cours des 2 ans suivant l'apport, et des effets azote à long terme, liés à la fraction plus stable de l'azote organique. Cette dernière est intégrée dans le stock d'azote organique du sol et contribue à long terme, à une modification du statut organique du sol et du potentiel de minéralisation des matières organiques du sol.

L'estimation des effets d'apports répétés de produits organiques sur l'évolution du stock de matière organique du sol et sur le potentiel de minéralisation d'azote nécessite des références expérimentales de longue durée, très peu nombreuses.

Deux expérimentations conduites par ARVALIS-Institut du végétal dans l'Ouest de la France, visant à évaluer la valeur azote de quelques PRO issus d'élevages, ont fait l'objet de mesures ayant pour objectif de quantifier les effets azote à long terme après 10 années d'apports annuels de fumiers et de composts.

Matériel et méthodes

Les deux expérimentations ont été conduites sur les sites de La Jaillière (44) de 1996 à 2005, et du Rheu (35) de 1995 à 2005. Les produits étudiés sur le site de La Jaillière étaient des fumiers bruts et compostés de bovins, de porcins et de volailles apportés tous les ans sur une parcelle en rotation maïs fourrage/blé avec pailles exportées (tableau 1). Les produits étudiés sur le site du Rheu étaient des fumiers bruts et compostés de bovins et de porcins apportés tous les ans au printemps sur une parcelle en monoculture de maïs fourrage (tableau 2). Les fumiers compostés de bovins et de porcins y étaient apportés à 3 doses.

Le sol de La Jaillière est un limon moyennement profond hydromorphe drainé sur altérite de schiste.

Le sol du Rheu est un limon profond moyennement hydromorphe. Les principales caractéristiques de l'horizon labouré analysées en 1995 sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 1. Dose moyenne de produit brut et d'azote total apportée annuellement par les fumiers et composts sur l'essai de La Jaillière

Traitements	t/ha/an de produit brut	dose d'azote total kg N/ha/an
Fumier de bovins (FB)	18.2	158
Fumier de porcins (FP)	13.2	138
Fumier de volailles (FV)	6.9	141
Compost de fumier de bovins (CB)	19.1	183
Compost de fumier de porcins (CP)	14.4	151
Compost de fumier de volailles (CV)	5.5	140

Tableau 2. Dose moyenne de produit brut et d'azote total apportée annuellement par les fumiers et composts sur l'essai du Rheu

Traitements	t/ha/an de produit brut	dose d'azote total kg N/ha/an
Fumier de bovins (FB)	25	154
Compost de fumier de bovins (CB1)	12	92
Compost de fumier de bovins (CB2)	24	185
Compost de fumier de bovins (CB3)	36	277
Fumier de porcins (FP)	27	154
Compost de fumier de porcins (CP1)	13	93
Compost de fumier de porcins (CP2)	26	187
Compost de fumier de porcins (CP3)	37	281

Tableau 3 : Caractéristiques de la couche arable sur les deux sites expérimentaux

	La Jaillière	Le Rheu produits bovins	Le Rheu produits porcins
Argile (%)	20.8	18.1	13.8
Limon fin (%)	27.8	23.3	22
Limon grossier (%)	23.6	41.5	41.9
Sable fin (%)	7.2	9.7	11.2
Sable Grossier (%)	17.9	7.3	8.3
MO	2.6	1.7	1.7
pH eau	6.7	6.2	6.2
CEC Metson (cmol(+):kg)	10.9	5.7	6.1

Les traitements avec apports de produits organiques, n'ont pas reçu de fertilisation azotée minérale. Un traitement témoin non fertilisé et plusieurs traitements avec une fertilisation azotée minérale ont également été mis en place.

Les apports de produits organiques ont été arrêtés à partir de la campagne 2005-2006 et des prélèvements de sol ont été effectués en 2006 sur l'horizon de surface (0-25 cm) de chacune des parcelles expérimentales. Les teneurs en carbone (C) et en azote (N) organique, la densité apparente de la terre fine et le pourcentage volumique de cailloux ont été mesurés sur cet horizon pour calculer le stock de C et N. Des incubations du sol de chacune des parcelles ont été réalisées sur de la terre tamisée à 2 mm maintenue à une humidité légèrement inférieure à l'humidité à la capacité au champ (20 % de teneur en eau pondérale) et à une température de 15°C pendant 252 jours. Les quantités de C et N minéralisées ont été mesurées à 11 dates. Les effets des apports organiques sur le stockage de carbone et d'azote organique dans l'horizon 0-25 cm, ont été évalués par rapport à un traitement ayant reçu une fertilisation minérale (Min) à une dose calculée selon la méthode du bilan prévisionnel, et dont la production de biomasse était proche (Le Rheu) ou supérieure (La Jaillière) à celle des traitements organiques. Après l'arrêt des apports organiques, les parcelles ont été suivies au cours des campagnes 2005-2006 en cultures non fertilisées (maïs au Rheu et blé à La Jaillière) avec des mesures d'azote absorbé à la récolte et du stock d'azote minéral du sol à 4 dates) et en 2006-2007 en sol nu (mesure du stock d'N minéral du sol tous les mois) afin de calculer les quantités d'azote minéralisé au cours de ces périodes par des bilans azotés sous cultures ou par l'utilisation du modèle LIXIM (Mary et al, 1999) sous sol nu.

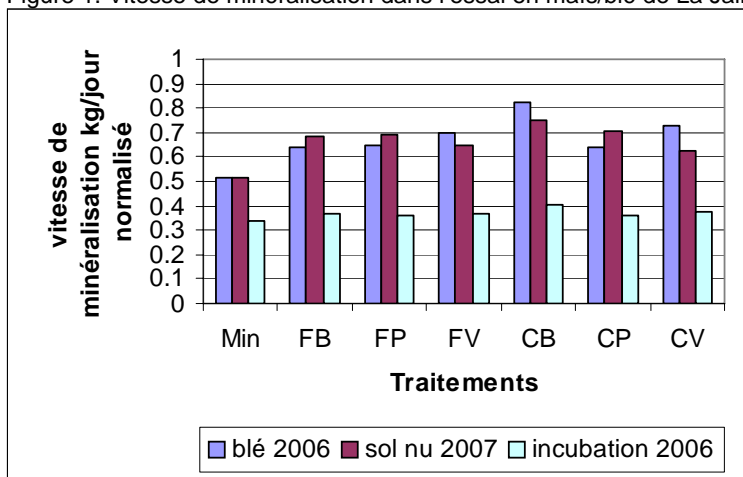
Les résultats sont exprimés en vitesse de minéralisation par jour normalisé, pour permettre une comparaison entre les différents types de suivis.

Résultats et conclusions

Les apports de PRO ont pour effet d'accroître significativement les stocks de C et N des sols (de 10 à 25 % sous cultures annuelles), à l'exception de FV et CV pour l'essai en rotation maïs/blé de La Jaillière, et pour la faible dose compost (CB1, CP1) pour l'essai du Rheu. On observe une corrélation forte entre les quantités de C et N stockées ($r^2 = 0.85$). Les apports de fumiers et composts ne modifient pas le rapport C/N de la MO du sol (Bouthier et al., 2007).

Dans l'essai de la Jaillière (figure 1), le bilan N avec une culture de blé non fertilisé l'année suivant l'arrêt des apports de PRO conduit à des vitesses de minéralisation proches de celles mesurées sous sol nu 2 ans après le dernier apport de PRO. Les incubations donnent des résultats inférieurs aux 2 précédentes méthodes mais en conservant la même hiérarchie entre les traitements.

Figure 1. Vitesse de minéralisation dans l'essai en maïs/blé de La Jaillière



Comme à La Jaillière, les apports de PRO sur l'essai du Rheu ont tendance à accroître la vitesse de minéralisation de l'azote organique du sol (figures 2 et 3).

Les vitesses de minéralisation sous culture en 2006 sont plus élevées (mis à part le traitement Min dans l'essai porcs) que sous sol nu en 2007 et qu'en incubation, dont les vitesses sont très proches. Néanmoins la hiérarchie entre traitements est la même pour les trois méthodes de suivi. Les vitesses plus élevées observées sous maïs 2006 peuvent être imputées en partie à un effet résiduel (fin de la phase de minéralisation rapide) des apports de PRO de l'année précédente.

Figure 2. Vitesse de minéralisation Le Rheu essai produits bovins

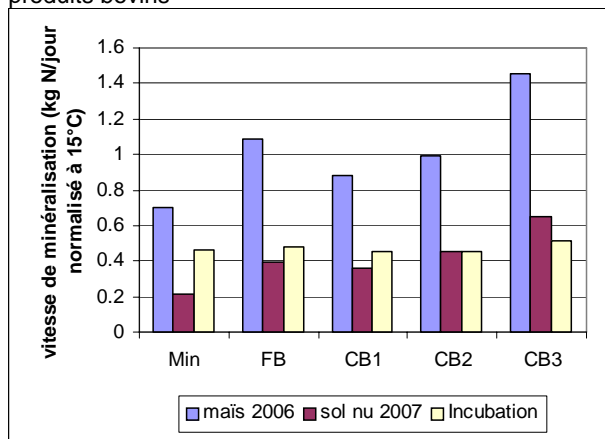


Figure 3. Vitesse de minéralisation Le Rheu essai produits porcs

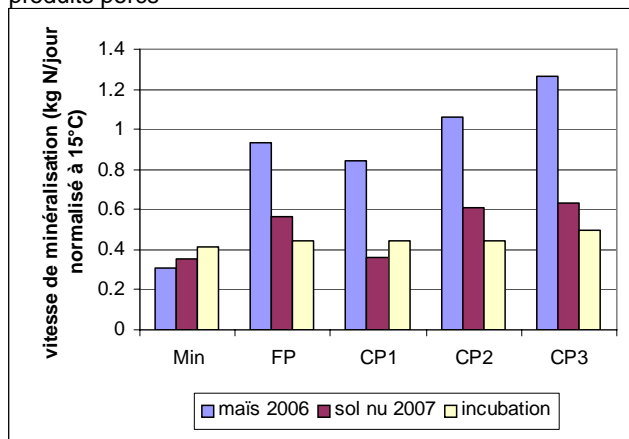
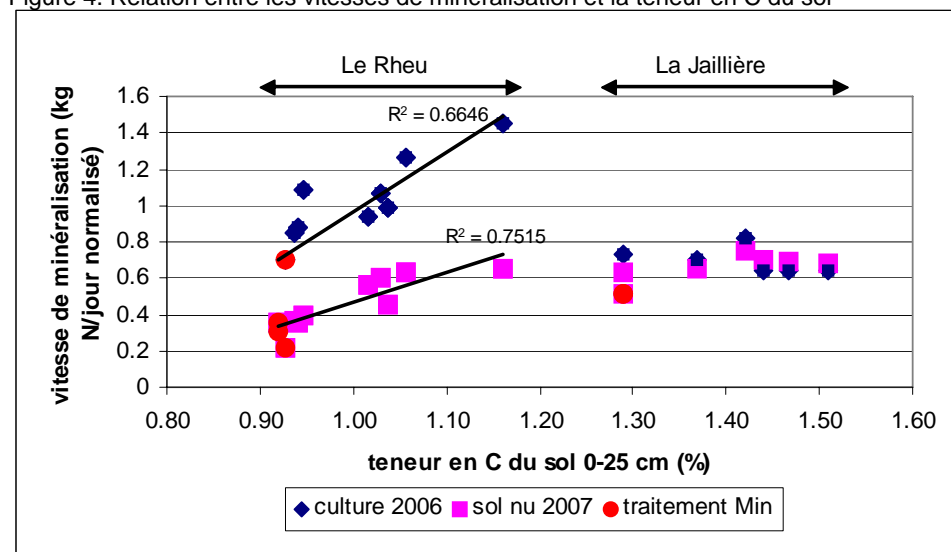


Figure 4. Relation entre les vitesses de minéralisation et la teneur en C du sol



Les apports répétés de produits organiques ont modifié le statut organique du sol sur les deux essais. Mais on n'observe une relation entre la teneur en C (figure 4) ou en N organique du sol (non présenté) en 2006 et la vitesse de minéralisation en 2006 et 2007, que sur les suivis au champ (sous sol nu et sous maïs) de l'essai du Rheu. Les résultats de La Jaillière suggèrent que l'effet des différents types de fumiers et composts apportés, sur la vitesse de minéralisation, peut être aussi attribué à une modification de « l'activité minéralisatrice » des matières organiques du sol.

Bibliographie

- Bodet J.M., Trochard R., Corgnet M., Castillon P., Laurent F., 2005 - Etude de l'évolution des effets azote de fumiers apportés annuellement pendant 6 ans dans une rotation maïs fourrage-blé tendre d'hiver ou sur un ray-grass anglais fauché. Etude et gestion des sols, volume 12 numéro 3, pp 209-220.
- Bouthier A., Trochard R., Morvan T. 2007 - Effets d'apports répétés de fumiers Stockés et compostés sur le statut organique du sol. Colloque COMIFER-GEMAS
- Mary B., Beaudoin N., Justes E., Machet J.M., 1999. Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model. Eur. J. of Soil Sci., 50, 549-566