

Effets de la méthanisation sur l'azote des lisiers de porc et conséquences sur son devenir au stockage et à l'épandage

Pierre QUIDEAU (1), Fabrice BELINE (2, 3), Fabrice GUIZIOU (2, 3), Thierry MORVAN (4)

(1) Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, CS 74223, 35042 Rennes Cedex, France

(2) IRSTEA, 17 avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex, France

(3) Université Européenne de Bretagne, 5 Boulevard Laënnec, 35000 Rennes, France

(4) INRA-Agrocampus Ouest, 4 rue de Stang Vian, 29000 Quimper, France

pierre.quideau@cotes-d-armor.chambagri.fr

Effect of anaerobic digestion on nitrogen in pig slurry : consequences on its behaviour during storage and land spreading

This study deals with nitrogen behaviour and ammonia emission from experiments carried out on pig slurry management, including anaerobic digestion, storage and land spreading. Total slurry nitrogen is preserved during mesophilic anaerobic digestion, but a proportion of organic nitrogen is converted to ammonium. This conversion varies from 21 % for a conventional slurry to 42% for a fresh slurry. Ammonium nitrogen fraction rises slightly in digested effluent compared to conventional management (from 65% to 72% of Total Kjeldahl Nitrogen). The effect of anaerobic digestion on pig slurry was more visible on pH rising (from 7.2 to 8.2); ammonium nitrogen from digested effluent can be more easily emitted to atmosphere in such conditions. Results showed that ammonium nitrogen emitted from uncovered storage of digested slurry during the summertime is twice the emission of undigested slurry storage. After land spreading without soil incorporation, ammonia emission is about 60% higher from digested slurry than from raw slurry. As for undigested slurry, to prevent ammonia emission, it is important to use techniques to reduce ammonia losses during the storage and spreading of digested pig slurry.

INTRODUCTION

La méthanisation en cuve étanche préserve les éléments fertilisants minéraux, dont l'azote. Il est cependant utile de connaître ses effets sur les digestats, en particulier vis à vis de l'azote, élément sensible au plan environnemental et délicat à gérer au plan agronomique. Cette étude rassemble les résultats de plusieurs essais comparant à différents stades (méthanisation, stockage, épandage) des lisiers et digestats de lisier issus de la station expérimentale porcine de Guernevez.

1. MATERIEL ET METHODES

Les digestats résultent d'une digestion anaérobie mésophile effectuée dans des digesteurs de 20 m³, brassés et alimentés en continu, avec des temps de séjour hydraulique de 20 à 33 jours. Les lisiers conventionnels de porc à l'engrais sont recueillis en fin de bande lors de la vidange des préfosse sous caillebotis; les lisiers frais résultent d'une évacuation fréquente des déjections et sont collectés chaque semaine. Les évolutions en cours de stockage ont été obtenues en réalisant un bilan de masse au niveau de fosses d'une contenance de 10 m³, sur une hauteur de 2,8 m. Un dispositif de bacs flottants a également été utilisé pour évaluer la volatilisation de surface sur de plus grandes fosses. Les pertes à l'épandage ont été mesurées à l'aide de tunnels ventilés couvrant une surface d'épandage de 1 m² et permettant de piéger l'ammoniac volatilisé (2 essais à 3 répétitions).

La cinétique de minéralisation de l'azote dans le sol a été étudiée en laboratoire (15°C, humidité optimale).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Evolution des formes d'azote

Tableau 1 – Effets de la méthanisation sur les teneurs en azote ammoniacal et en azote organique de lisier conventionnel et de lisier frais

	Lisier	Lisier frais
N total (kg / t)	5.8	4.4
TAN entrée (% N total)	65%	44%
TAN sortie (% N total)	72%	68%
Baisse de N-org (kg/t)	-0,4	-1,1
Baisse de N-org (% N-org)	-21%	-42%

Abréviations : N-org (Azote organique), TAN (Azote ammoniacal).

La digestion anaérobie minéralise une partie de l'azote organique en azote ammoniacal. Pour le lisier conventionnel qui contient une forte proportion de TAN (65% ±3%) suite à la minéralisation déjà opérée dans les préfosse, l'effet de la méthanisation est limité; elle n'affecte que 7% de l'azote total et 21% de N-org.

Pour le lisier frais qui contient une part majoritaire d'azote organique, l'effet est plus conséquent; 42% de N-org est minéralisé et la proportion de TAN progresse nettement.

Au cours du stockage en fosse extérieure, ce phénomène se poursuit à un rythme variable selon les effluents, la température et la durée du stockage. Ainsi, suite à un stockage en période estivale, la baisse de N-org a été de 17% pour un lisier conventionnel et de 8% pour le digestat (tableau 2). Malgré cette minéralisation, la proportion de TAN reste stable pour le lisier et baisse pour le digestat du fait des pertes par volatilisation. En l'absence de volatilisation, la proportion de TAN aurait été de 74% dans le cas du lisier et de 76% pour le digestat.

Tableau 2 – Evolution des teneurs en azote après un stockage en fosse non couverte de 212 jours (5/04 au 3/11) pour le lisier et de 170 jours (17/05 au 3/11) pour le digestat de lisier

	lisier début	lisier fin	digestat début	digestat fin
N total (kg / t)	7,3	6,3	6,7	5,3
TAN (% N total)	62%	63%	72%	67%
Baisse N total		-14%		-22%
Baisse N-org		-17%		-8%

2.2. Cinétique de minéralisation dans le sol

Dans le sol, la minéralisation à court terme (50-70 jours) concerne une fraction plus importante de l'azote organique pour les digestats (avant stockage) que pour les lisiers.

Les résultats montrent une réactivité différente de la MO suite au traitement anaérobie et conduisent à faire l'hypothèse d'une compartimentation de la MO des digestats en i) un compartiment 'labile', rapidement biodégradable, constitué en partie par des corps microbiens formés lors de la digestion, et ii) d'un compartiment 'résistant', de biodégradabilité très faible, constitué de la MO résiduelle ayant résisté à la digestion.

2.3. Perte d'azote lors du stockage

La perte d'azote lors du stockage rapportée dans le tableau 2, apparaît importante pour le lisier (-14% en 7 mois) et plus encore pour le digestat de lisier (-22% en 5,6 mois). Dans d'autres circonstances, sur un période de 44 jours (avril-mai), les pertes d'azote mesurées en surface de fosse ont été de $8,8 \text{ g m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ pour le lisier contre $17,7 \text{ g m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ pour le digestat de lisier. Dans les deux cas, la plus grande volatilité de l'azote des digestats aboutit approximativement (à durée égale) à un doublement des pertes au stockage.

2.4. Perte d'azote ammoniacal après l'épandage

Tableau 3 – Fraction d'azote ammoniacal volatilisé en 24 heures après épandage, au cours de 3 journées caractérisées par des températures de 17, 20 et 25°C.

	17°C	20°C	25°C
Lisier	5%	12%	20%
Digestat de lisier	13%	19%	25%

Au cours de l'essai représenté par la figure 1, les émissions d'ammoniac en 23 heures atteignent 17,5% pour le digestat de lisier contre 11% pour le lisier, soit une augmentation de 60%. Ce supplément de perte se produit dès les premières heures et traduit la modification des équilibres chimiques dans les digestats. Le second essai (tableau 3) montre une forte augmentation des pertes pour les 2 types d'effluents lorsque la température en journée croît, ainsi qu'une perte majorée de 5 à 8% pour le digestat.

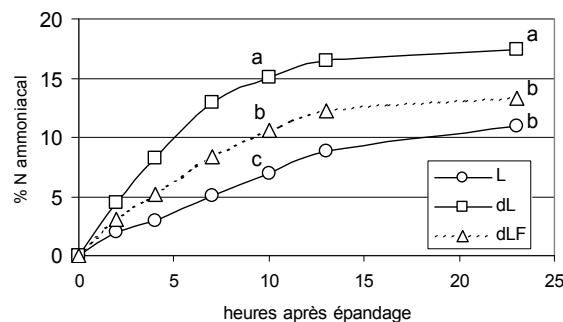


Figure 1 – Fraction d'azote ammoniacal volatilisée dans les heures suivant l'épandage à la surface du sol d'un lisier (L), digestat de lisier (dL) et digestat de lisier frais (dLF). Les lettres a,b,c indiquent des différences significatives, $P < 0,05$.

2.5. Evolution du pH

Le pH, proche de la neutralité dans les lisiers (pH 7,2), devient basique dans les digestats, atteignant des valeurs de 8,2 à 8,3. Or, à ce niveau, l'équilibre de dissociation de l'ion ammonium évolue vers une plus grande proportion d'azote NH_3 dissous qui tend à se volatiliser plus rapidement au contact de l'air. Après plusieurs mois de stockage, le pH baisse mais celui du digestat (pH 7,6) reste supérieur à celui du lisier (pH 6,9).

Cet effet souligné par différents auteurs (Massé *et al.*, 1997 ; Wulf *et al.*, 2002), constitue l'un des effets les plus marquants de la digestion anaérobie. Bonmati et Flotats (2003) ont par ailleurs montré une plus grande facilité à extraire par stripping l'azote ammoniacal des digestats de lisier porcin.

CONCLUSION

La méthanisation entraîne pour les lisiers de porcs une plus grande volatilité de l'azote et donc des risques accrus de pertes vers l'atmosphère durant le stockage du digestat et à l'épandage. Afin de les limiter, différentes mesures et préconisations déjà applicables au lisier non digéré peuvent être mises en œuvre : couverture des fosses de stockage, injection de l'effluent dans le sol ou incorporation rapide après épandage au ras du sol.

Cette volatilité accrue pourrait aussi être mise à profit pour extraire une partie de l'azote des digestats et le gérer ensuite sous forme d'engrais minéral liquide ou solide pouvant se substituer aux engrais de synthèse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bonmati A., Flotats X., 2003. Air stripping of ammonia from pig slurry: characterizations and feasibility as a pré- or post-treatment to mesophilic anaerobic digestion. *Waste Management* 23.261-272
- Massé D.I., Droste R.L., Kennedy K.J., Patni N.K., Munroe J.A., 1997. Potential for the psychrophilic anaerobic treatment of swine manure using a sequencing batch reactor. *Can. Agric. Eng.* 39, 25-33
- Wulf S., Maeting M., Clemens J., 2002. Application technique and slurry co-fermentation effects on ammonia, nitrous oxide, and methane emissions after spreading: I. Ammonia volatilization. *J. Environ. Qual.* 31, 1789-1794.