

# Réduction des émissions d'ammoniac au cours du stockage du lisier porcin : Evaluation grandeur réelle d'une couverture de balles en polystyrène

*Laurence LOYON, Fabrice GUIZIOU, Sylvie PICARD, Patricia SAINT-CAST*

*CEMAGREF, Unité de recherche Gestion environnementale et traitement biologique des déchets,  
17, avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex*

*laurence.loyon@cemagref.fr*

## **Réduction des émissions d'ammoniac au cours du stockage du lisier porcin : Evaluation grandeur réelle d'une couverture de balles en polystyrène**

L'efficacité d'une couverture de balles de polystyrène vis-à-vis de la réduction des émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) a été évaluée sur une fosse de grandeur réelle et après épandage du lisier. L'impact de la couverture sur les émissions de gaz à effet de serre ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  et  $\text{N}_2\text{O}$ ) pendant le stockage a également été mesuré. Des essais comparatifs ont été menés dans un élevage porcin équipé de deux fosses rectangulaires enterrées permettant une comparaison directe de l'efficacité de la couverture sur les émissions gazeuses. Les émissions gazeuses ont été mesurées à l'aide d'une chambre à flux pendant le stockage et par un Wind tunnel au cours de l'épandage. L'utilisation d'une couverture de balles polystyrène réduit les émissions de  $\text{NH}_3$  au stockage jusqu'à 80 % quelle que soit la saison. Cependant, l'utilisation de la couverture en été semble augmenter le potentiel des gaz à effet de serre de 20 %. Aucune différence n'a été observée au cours de l'épandage d'hiver alors qu'une réduction a été constatée en été probablement en raison de la forte teneur en acides gras volatiles du lisier couvert.

## **Reduction of ammonia emissions from the storage of pig slurry: a farm scale study of a polystyrene balls cover.**

The efficiency of a cover of polystyrene balls sheet to reduce  $\text{NH}_3$  emissions during pig slurry storage was evaluated at the farm scale during storage and after spreading. The impact of the cover on the greenhouse gas emissions ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  and  $\text{N}_2\text{O}$ ) during the storage was also measured. Concurrent experiments were carried out at a farm with two similar pits which allowed the direct comparison of the efficiency of the cover system on the gas emissions measured with a dynamic chamber during the storage period and with a wind tunnel after spreading. Use of a layer of polystyrene balls reduced ammonia emissions during storage by up to 80 % whatever the season. However the use of the cover in summer seems to enhance the greenhouse gases potential by 20 %. No difference was perceived during the spreading operation in winter but a reduction was observed in summer probably due to the high volatile fatty acid level in the covered slurry.

## INTRODUCTION

Parmi les techniques de réduction des émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) issues des élevages porcins les couvertures de fosses sont considérées comme une des meilleures techniques disponibles (Commission Européenne, 2003) au titre de la directive n° 96/61/CE relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (IPPC). Les couvertures peuvent être rigides ou flottantes.

La mise en place d'une couverture rigide n'est pas toujours applicable aux installations existantes car elle nécessite parfois une modification importante de la structure de stockage. Les couvertures flottantes peuvent être une réponse aux problèmes techniques des couvertures rigides. Les résultats obtenus à l'échelle du laboratoire par Portejoie (2002) ont montré que les couvertures flottantes constituées de différents matériaux (film plastique, tourbe, polystyrène, zéolite,...) permettent de réduire de façon significative (jusqu'à 70 %) les émissions d'ammoniac au cours du stockage et de l'épandage. Cependant, il existe une incertitude quant à leur efficacité à l'échelle de l'exploitation et à leur impact sur les émissions de gaz à effet de serre ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) au stockage. Dans le cas de la tourbe, des essais sur une fosse réelle (Loyon et al., 2006) ont mis en évidence une réduction de l'efficacité de cette couverture par rapport aux essais en laboratoire.

L'objectif de cette étude est de tester la faisabilité d'une couverture flottante constituée de balles de polystyrène sur une fosse grandeur réelle de lisier de porc au regard des émissions de  $\text{NH}_3$  et des émissions de gaz à effet de serre ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) au cours du stockage et à l'épandage.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Description des essais

Les essais ont eu lieu dans un élevage porcine (type « naisseur-engraisseur » de 210 truies) équipé de deux fosses rectangulaires enterrées. Une fosse (F1) de volume utile de  $597 \text{ m}^3$  et de surface de  $212 \text{ m}^2$  a servi de témoin tandis que la deuxième fosse (F2, volume utile :  $495 \text{ m}^3$ , surface de  $196 \text{ m}^2$ ) a été couverte par une couverture constituée de balles de polystyrène. Les deux fosses ont été alimentées dans la mesure du possible par les lisiers issus des différents bâtiments de l'élevage. La couverture flottante est constituée de balles en polystyrène SPE pleines de 20 cm de diamètre et pesant 100 g (densité de  $23,8 \text{ kg/m}^3$ ). En considérant la surface de lisier couverte par une balle égale à 91% de la surface de la balle, le nombre de balles nécessaires pour recouvrir la surface de la fosse F2 de  $196 \text{ m}^2$  est de 5684. La couverture de balles a été mise en place manuellement par 4 personnes. Les balles ont été lancées dans la fosse alors que le lisier était mélangé à l'aide d'un brasseur. Ce mélange a créé un mouvement circulaire permettant la dispersion des balles à la surface du lisier. La mise en place a duré 30 mn. La disposition finale de la couverture permet de couvrir la totalité (hors interstices) de la surface de lisier stocké. Les émissions des différents gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ) ont été mesurées

durant deux périodes de 7 semaines en automne et en été. A la fin des essais sur le stockage, un volume de 50 litres de lisier couvert et de lisier témoin a été prélevé et stocké à  $4^\circ\text{C}$  pour les essais à l'épandage.

### 1.2. Mesures des émissions de $\text{NH}_3$ , $\text{CH}_4$ , $\text{CO}_2$ et $\text{N}_2\text{O}$ au cours du stockage

L'efficacité de la couverture de balles en polystyrène vis à vis des émissions d'ammoniac et des autres gaz a été évaluée sur la base des flux gazeux exprimés en  $\text{gN-NH}_3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ ,  $\text{gN-N}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$ ,  $\text{gC-CH}_4 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$  et  $\text{gC-CO}_2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$ . Ces flux ont été calculés à partir des pertes directes en  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$  ( $\text{gN} \cdot \text{m}^{-3}_{\text{air}}$  ou  $\text{gC} \cdot \text{m}^{-3}_{\text{air}}$ ). Les flux ont été déterminés à l'aide de 2 chambres à flux (ou cloches flottantes) placées au-dessus du lisier couvert et du lisier témoin. Une circulation continue d'air au sein des chambres balaye les gaz émis à la surface des lisiers situés en dessous des chambres. La surface de lisier confinée par les chambres à flux est de  $0,12 \text{ m}^2$  dans le cas du lisier témoin et de  $0,48 \text{ m}^2$  pour le lisier couvert de balles de polystyrène. Cette plus grande surface permet de confiner une surface de lisier couverte par 12 balles. La concentration en  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$  et  $\text{CO}_2$  de l'air prélevé a été analysée par détection photoacoustique infra-rouge (Innova 1312) au cours des essais hivernaux. Pour les essais en été, les concentrations en  $\text{NH}_3$  ont été mesurées par piégeage de l'air dans une solution acide ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 0,5N) sur une période de prélèvement donnée. Les quantités d'ammoniac piégé sont déterminées en laboratoire par distillation-titration de la solution acide.

### 1.3. Quantification des émissions de $\text{NH}_3$ après épandage du lisier

La quantification de la volatilisation de l'ammoniac après l'épandage du lisier préalablement stocké avec ou sans couverture a été effectuée sur une surface expérimentale de  $1 \text{ m}^2$ . Après l'épandage d'une dose de  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , la surface expérimentale a été confinée et ventilée à l'aide d'un « wind tunnel » (Moal, 1994). La volatilisation du  $\text{NH}_3$  a été mesurée en prélevant en continu pendant quatre jours une partie de l'air sortant des « wind tunnel ». L'ammoniac a été déterminé par des pièges d'acide (50 ml d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 0,5N) titrés ultérieurement en laboratoire. Trois essais comparatifs entre lisier couvert et lisier témoin ont été effectués en hiver pour le stockage d'automne et 1 essai en été pour le stockage d'été.

### 1.4. Caractéristiques physico-chimiques des lisiers

Afin de connaître l'évolution des lisiers au cours du stockage témoin et couvert un échantillon de lisier a été prélevé en début d'expérimentation et à la fin du suivi. Les principales caractéristiques mesurées sont l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), l'azote total (NTK), la demande chimique en oxygène (DCO), le pH, les matières sèches (MS), les matières organiques (MO) ainsi que les concentrations en acides gras volatiles (AGV), composés précurseurs de la production de  $\text{CH}_4$ . Un échantillon de 2 litres a été prélevé et stocké à  $4^\circ\text{C}$  jusqu'à la réalisation des analyses.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Caractéristiques physico-chimiques des lisiers

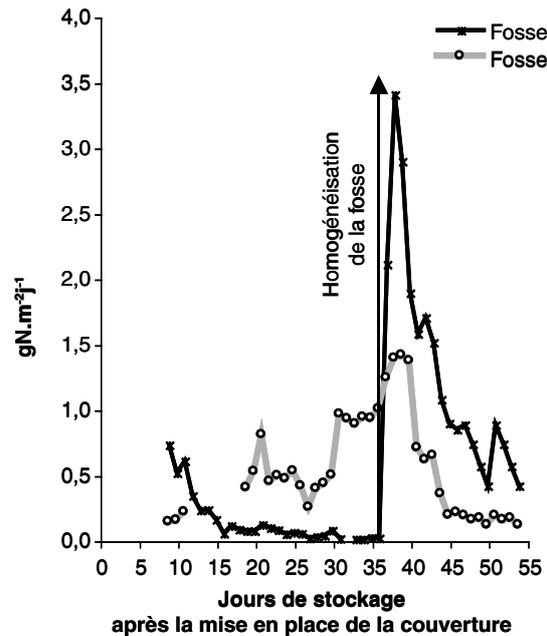
Les analyses des lisiers avant et après stockage pour la fosse couverte et la fosse témoin sont présentées Tableau 1. Compte tenu des incertitudes liées au prélèvement en fosse réelle, les résultats relatifs à la teneur en azote ( $\text{NH}_4^+$  et NTK) n'indiquent pas de différence significative entre les deux lisiers en hiver. Par contre, une différence existe entre les deux fosses en été, le lisier couvert présentant une plus forte teneur en azote. De même, le lisier couvert prélevé en été présente des teneurs en MS, MO et AGV plus importantes que le lisier témoin. Cette différence peut avoir une influence lors de l'épandage des lisiers dans la mesure où ces paramètres influent sur la volatilisation du  $\text{NH}_3$  à l'épandage (Mool, 1994).

### 2.2. Impact de la couverture sur les émissions gazeuses $\text{NH}_3$ , $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{CH}_4$ , $\text{CO}_2$ au cours du stockage

Les facteurs moyens d'émissions gazeuses obtenus pour la fosse témoin et la fosse couverte sont regroupés dans le Tableau 2.

Aucune émission de  $\text{N}_2\text{O}$  n'a été détectée pour les deux fosses au cours des deux campagnes de mesures et dans les conditions de limite de détection de l'analyseur (0,03 ppm). Ce résultat est cohérent dans la mesure où la production de  $\text{N}_2\text{O}$  a lieu principalement lors des processus de nitrification/dénitrification qui nécessitent à la fois un milieu aérobie et anaérobie (Béline, 1998). Le stockage du lisier brut est un milieu anaérobie.

Pour la fosse couverte de balles de polystyrène, les émissions d'ammoniac varient de 0,1 à 1,4  $\text{gN-NH}_3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$ . Ces émissions se situent entre 0,5 et 5,9  $\text{gN-NH}_3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$  pour la fosse témoin. Pour les deux fosses, les plus fortes émissions ont été mesurées au cours de la période estivale, la volatilisation du  $\text{NH}_3$  étant favorisée par des températures plus élevées (De Bode, 1991, Sommer et al., 1993). Les émissions moyennes issues de la fosse témoin obtenues à l'automne (0,5  $\text{gN-NH}_3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$ ) sont faibles par rapport à celles mesurées sur ce même site (2,1  $\text{gN-NH}_3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$ ) à la même saison. Ce résultat s'explique par la formation



**Figure 1** - Evolution des émissions journalières de  $\text{NH}_3$  issu de la fosse témoin et la fosse couverte de balles en polystyrène

**Tableau 1** - Caractéristiques des lisiers stockés en fosses grandeur réelle et épandus en conditions expérimentales

Période de mesure	Automne				Été	
	Lisier mixte*	Témoin	Couvert	Témoin	Couvert	
$\text{NH}_4^+$ (kg N.m <sup>-3</sup> )	3,3	3,2	2,9	2,8	3,7	
NTK (kg N.m <sup>-3</sup> )	4,9	4,8	4,3	4,1	5,5	
pH	7,8	7,8	7,9	7,8	7,6	
MS (g.kg <sup>-1</sup> )	66,5	45,7	46,8	45,2	59,5	
MO (g.kg <sup>-1</sup> )	49,1	31,5	32,0	30,5	43,4	
AGV (g.l <sup>-1</sup> )	1,6	1,1	0,4	1,7	5,1	

(\*) Avant la mise en place de la couverture

**Tableau 2** - Facteurs journaliers d'émission de  $\text{NH}_3$  ( $\text{gN}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$ ),  $\text{N}_2\text{O}$  ( $\text{gN}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{j}^{-1}$ ),  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  et Ct ( $\text{gC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{j}^{-1}$ ) de la fosse témoin de lisier de porc et la fosse couverte de billes en polystyrène (Valeur moyenne)

	$\text{NH}_3$		$\text{N}_2\text{O}$		$\text{CH}_4$		$\text{CO}_2$		Ct	
	Fosse témoin	Fosse couverte	Fosse témoin	Fosse couverte	Fosse témoin	Fosse couverte	Fosse témoin	Fosse couverte	Fosse témoin	Fosse couverte
Automne	0,5	0,5	ND		66,6	69,4	34,6	36,2	101,2	105,6
Été	3,5	0,8		90,2	135,5	239,4	113,5	329,6	225,9	

ND : Non détecté ; Ct :  $\text{CO}_2 + \text{CH}_4$

d'une croûte naturelle à la surface du lisier non couvert. La formation de cette croûte est inhabituelle selon l'éleveur et inattendue selon la littérature. Il est généralement admis que les lisiers de porcs forment difficilement des croûtes du fait de leur faible teneur en matières sèches (Misselbrook et al., 2005). Il faut néanmoins rappeler que des essais avec une couverture de tourbe, menés sur ce site en 2004 (Loyon et al., 2006) ont, selon les observations de l'éleveur, provoqué un amas anormal de matières solides en fond de fosse. La désintégration de la croûte naturelle par une homogénéisation de la fosse résout les émissions d'ammoniac à un taux de  $3,4 \text{ gN-NH}_3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$  (Figure 1). Par la suite, les émissions de  $\text{NH}_3$  de la fosse témoin diminuent régulièrement suivant la formation progressive de la croûte d'épaisseur finale de 10-13 cm. Toutefois, suite aux vidanges des fosses pour les épandages ce phénomène de croûte naturelle n'a pas été observé au cours des essais estivaux.

La réduction de la volatilisation du  $\text{NH}_3$  à une valeur de  $0,5 \text{ gN-NH}_3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$  par les balles de polystyrène est du même ordre de grandeur que celle déterminée par Sommer et al. (1993). Ces chercheurs ont évalué pour un stockage de lisier de porc une réduction de  $4,2$  à  $1,0 \text{ gN-NH}_3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$  au maximum lorsque le lisier est stocké avec différentes couvertures (croûte naturelle, couche de paille, billes de Leca,...). En créant une couche dense à la surface du lisier la couverture de balles limite le transfert de l'ammoniac à l'atmosphère. Dans le cas de cette étude la réduction des émissions d'ammoniac atteint 85 % si le facteur maximum d'émission de  $3,4 \text{ gN-NH}_3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$  pour la fosse témoin (correspondant aux émissions sans croûte naturelle) est comparé au facteur moyen de  $0,5 \text{ gN-NH}_3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$  pour la fosse couverte. Sur la base des résultats obtenus en été, la réduction moyenne est de 78 % avec un potentiel de 97 % de réduction. Ces taux de réduction sont proches de ceux obtenus en laboratoire (Portejoie et al., 2003) compris entre 75 et 100 %.

Les pertes totales en gaz carbonés ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ) varient pour la fosse témoin de  $101,2 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$  à l'automne à  $329,6 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$  en été pour la fosse témoin. Pour la fosse couverte les pertes carbonées s'établissent entre  $105,6 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$  à l'automne et  $255,9 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$  en été. Cette différence entre les deux saisons s'explique par des différences de températures, de  $-3$  à  $14^\circ\text{C}$  en automne et de  $10$  à  $35^\circ\text{C}$  en été. La température est un des facteurs influençant les émissions gazeuses liées au stockage des lisiers (Husted, 1994). Pour les essais en été, on peut également relier les fortes émissions carbonées au type de lisier contenu dans les fosses. En effet, le lisier initial des deux fosses était un lisier très chargé en matières solides (observation visuelle) suite aux vidanges non satisfaisantes des fosses pour les épandages.

Une comparaison statistique (Test de student, 0,05) des moyennes journalières des émissions carbonées n'indique pas de différence significative entre les deux stockages pour les essais en automne et une différence significative pour les essais en été. Sur la base des facteurs journaliers moyens (Tableau 2), la couverture de balles de polystyrène réduit en été les pertes en gaz carbonés d'environ 22 %. Il faut préciser qu'une croûte de 10 cm s'est formée au dessous de la couverture de balles. Ceci n'a pas été observé durant les

essais d'automne. Cette croûte peut aussi réduire les émissions gazeuses. Cependant, les résultats obtenus montrent également que la couverture de balles modifie la composition du biogaz issu du stockage, particulièrement en été lorsque les températures sont favorables à la biodégradation des matières organiques. Le lisier couvert émet plus de  $\text{CH}_4$  tandis que le lisier témoin émet plus de  $\text{CO}_2$ . En limitant l'aération du lisier, les balles peuvent amplifier les conditions d'anaérobiose du lisier favorisant la formation de  $\text{CH}_4$  (Martinez et al., 2003). Pour le lisier témoin la faible hauteur de lisier (0,2 à 1 m) par rapport au stockage d'automne (1,7 à 2 m) peut favoriser l'aération du lisier et favoriser les émissions de  $\text{CO}_2$ . Ceci est corroboré par la teneur plus élevée du lisier couvert en AGV (Tableau 1). Aussi, sur la base des facteurs moyens du  $\text{CH}_4$  et du  $\text{CO}_2$  (Tableau 2) exprimés en équivalent de  $\text{CO}_2$  ( $\text{CH}_4 : 21 \text{ eq-CO}_2$ ), la fosse couverte induit une augmentation des gaz à effet de serre ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ) de 23 % en été par rapport à une fosse non couverte.

### 2.3. Evolution de la couverture de balles

Dès le lendemain de la mise en place de la couverture, des zones sans balles se sont formées. Ces zones correspondent aux zones de turbulence de l'air induites par la configuration de la fosse et du site expérimental. Pour empêcher l'apparition de ces zones des balles ont été ajoutées afin de créer deux couches de balles au niveau des zones de turbulence. Après 1 an de mise en œuvre, cette configuration a stoppé la formation des zones sans balles. Par contre, lors de l'homogénéisation des fosses pour l'épandage des lisiers, les balles sont en partie détériorées par l'homogénéisateur. Ceci peut être facilement évité en modifiant le mode d'homogénéisation.

### 2.4. Volatilisation de $\text{NH}_3$ après épandage du lisier couvert de balles de polystyrène

Le suivi de la volatilisation de l'ammoniac au cours de 3 séries d'épandage du lisier témoin et du lisier couvert de balles réalisées en hiver montre une variation de la volatilisation selon la période des essais (Tableau 3). Ce résultat est lié à l'influence des conditions climatiques (température et humidité) sur la volatilisation au cours de l'épandage de lisier porcin. Deux essais se traduisent par une volatilisation plus importante avec le lisier témoin tandis que les résultats du troisième essai indiquent une volatilisation plus importante avec le lisier couvert. Selon notre étude, 15,8 à 38,9 % du  $\text{N-NH}_4^+$  apporté sont volatilisés en hiver pour le lisier témoin et de 21,5 à 36 % pour le lisier stocké avec une couverture de balles de polystyrène. La moyenne des trois essais ainsi qu'une analyse statistique (test de Student 0,05) de l'ensemble des valeurs des trois essais n'indiquent pas de différence significative entre les deux lisiers. Par contre, le premier essai réalisé avec les lisiers stockés en été montre une différence significative, 52,5 % du  $\text{N-NH}_4^+$  appliqué pour le lisier témoin et de 14,3 % pour le lisier couvert. La différence de volatilisation entre l'hiver et l'été s'explique essentiellement par des différences de température, de  $-4,2$  à  $11,7^\circ\text{C}$  en automne et de  $11,5$  à  $29,4^\circ\text{C}$  en été. Pour l'essai réalisé en été, la différence de volatilisation entre les deux lisiers est due a priori à une différence de teneur en AGV.

**Tableau 3** - Volatilisation du NH<sub>3</sub> à l'issue de l'épandage d'un lisier préalablement stocké avec ou sans couverture de balles en polystyrène

Volatilisation cumulée de l'ammoniac % du N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> apporté				
Essai	Automne		Eté	
	Lisier témoin	Lisier couvert	Lisier témoin	Lisier couvert
1	38,9	36,0	52,5	14,3
2	34,3	28,0	En cours de réalisation	
3	15,8	21,5		
Moyenne	29,5	28,5		

En effet, les essais réalisés par Moal (1994) ont mis en évidence l'influence de la teneur en AGV sur la volatilisation du NH<sub>3</sub> au cours de l'épandage. La concentration plus élevée en AGV du lisier couvert est la conséquence d'une activité anaérobie plus prononcée au cours du stockage mise en évidence par une modification de la composition du biogaz (cf. partie 2.2). Ainsi en modifiant les caractéristiques du lisier au stockage la couverture de balles en polystyrène semble réduire également les émissions du NH<sub>3</sub> à l'épandage bien que la teneur en azote du lisier couvert soit plus importante. Néanmoins ces essais doivent être confirmés par un suivi expérimental plus approfondi, en particulier l'évolution des caractéristiques du lisier au stockage.

## CONCLUSION

Cette étude menée en conditions réelles de stockage de lisier de porc (fosse de 500 m<sup>3</sup>) a permis d'évaluer l'efficacité et le maintien d'une couverture de balles de polystyrène pour la réduction des émissions d'ammoniac. Les résultats obtenus

sur deux saisons (automne, été) montrent une réduction de 78 à 97 % des émissions d'ammoniac et de 22 % des émissions carbonées (CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub>). Néanmoins, la couverture modifie en été la composition du biogaz issu du stockage du lisier au profit du CH<sub>4</sub>. Ceci a pour conséquence une augmentation de 23 % des gaz à effet de serre si il est tenu compte du pouvoir global de réchauffement du CH<sub>4</sub> et du CO<sub>2</sub>. Le suivi de la volatilisation suite à l'épandage du lisier stocké n'indique pas d'impact significatif de la couverture de balles en hiver tandis qu'une réduction conséquente est observée en été. Ce résultat serait dû à la forte teneur du lisier couvert en acide gras volatiles. Ainsi, la couverture de balles en polystyrène permet de réduire les émissions d'ammoniac au stockage et à l'épandage.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par l'Adème. Les auteurs tiennent à remercier Monsieur Dondel pour avoir mis à la disposition du CEMAGREF ses installations.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beline F., 1998. Etude des transferts d'azote par nitrification/dénitrification (N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>) au cours du traitement aérobie et du stockage du lisier de porc. Essai avec 15N. Thèse de Doctorat. Université de Perpignan. 153 p.
- Commission Européenne, 2003. Prévention et contrôles intégrés de la pollution (IPPC). Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'élevage intensif de volailles et de porcs. Juillet 2003, 371 p.
- De Bode M., 1991. Odour and ammonia emissions from manure storage. In: V C Neilsen, J H Voorburg and P L'Hermite, Editors, Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming, Elsevier Applied Science, London, 59-66.
- Husted S., 1994. Seasonal variation in methane emission from stored slurry and solid manures. Journal of Environmental Quality 23, 585-592.
- Loyon L., Guiziou F., Picard S., Saint-Cast P., 2006. Impact d'une couverture de tourbe sur les émissions d'ammoniac au cours du stockage et de l'épandage de lisier de porc : Essais comparatifs sur fosses de 500 m<sup>3</sup>. Journées Rech. Porcine, 38, 35-40.
- Martinez J., Guiziou F., Peu P., Gueutier, V., 2003. Influence of treatment Techniques for Pig Slurry on Methane Emissions during Subsequent Storage. Biosystems Engineering 85, 347-354.
- Misselbrook T.H., Brookman S.K.E., Smith K.A., Cumby T., Williams A.G. and McCrory D.F., 2005. Crusting of Stored Dairy Slurry to Abate Ammonia Emissions: Pilot-Scale Studies. J Environ Qual 34, 411-419.
- Moal J.F., 1994. Volatilisation de l'azote ammoniacal des lisiers après épandage : quantification et étude des facteurs d'influence. Thèse d'agrochimie, Université de Perpignan, Equipement pour l'eau et l'environnement 20, Cemagref, 230 p.
- Portejoie S., 2002. Volatilisation ammoniacale lors du stockage et à l'épandage de lisiers de porc : impact des apports protéiques, de l'utilisation de couvertures de fosse et d'additifs. Thèse de Doctorat de L'Université de Perpignan, 137 p.
- Portejoie S., Martinez J., Guiziou F., Coste C.M., 2003. Effect of covering pig slurry stores on the ammonia emission processes. Bioresource Technology, 87, (3), 199-207.
- Sommer S.G., Christensen B.T., Nielson N.E., Schjørring J.K., 1993. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 121, 63-71.

