

## Procédé de réduction des odeurs d'un lisier stocké en fosse couverte

P. BELLI FILHO (1), G.MARTIN (2)

(1) Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC - 88010-970. Florianópolis, SC, Brésil  
(2) École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes - Avenue du Général Leclerc.,35700 Rennes Beaulieu

### **Procédé de gestion de fosse couverte en vue de rendre moins odorant le lisier à épandre**

Nous présentons les résultats d'une installation pilote ayant pour finalité la gestion du lisier en fosse couverte avec l'élimination des composés malodorants. La réduction d'odeur est réalisée par un dégazage avec recirculation du biogaz riche en méthane. Cette condition élimine l'hydrogène sulfuré et conserve l'azote du lisier. L'élimination de l'hydrogène sulfuré est fonction du temps d'application du dégazage et du débit de recirculation du biogaz par rapport au volume du lisier.

Ce procédé réduit la charge organique, produit un lisier moins odorant à l'épandage et lui garde son pouvoir fertilisant. Le lisier traité présente une intensité odorante faible à moyenne au moment de l'épandage, avec une composition de l'atmosphère moins riche en composés organiques volatils par rapport à un lisier non traité.

### **Management of pig slurry in covered tanks in order to reduce the odour given off during muck-spreading**

The paper presents the results obtained from a pilot project with a covered slurry tank to eliminate unpleasant odours. The reduction in the odour level was obtained by reintroducing the biogas (rich in methane) produced by the slurry into the covered slurry tank. This process eliminates hydrogen sulphide and keeps the slurry nitrogen level constant. The elimination of hydrogen sulphide depends on the duration and the rate of reintroduction of biogas and the volume of slurry.

This process reduces the level of organic matter and the unpleasant odour given off during muck-spreading and maintains the fertilising ability of the slurry. The treated slurry has a low to average odour level during muck-spreading and produces less volatile organic compounds compared with non-treated slurry.

## INTRODUCTION

Les principaux problèmes du lisier sont liés à leur gestion et spécialement aux épandages (excédents du nutriments, germes, odeurs,...). Habituellement, les lisiers sont stockés jusqu'au moment de l'épandage dans les fosses couvertes. Le stockage et l'épandage sont les sources les plus importantes des mauvaises odeurs du lisier.

MARTIN et al (1993) et BELLI FILHO (1995) ont montré que l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) est le composé le plus important de l'intensité odorante forte à très forte au moment de l'épandage. Le lendemain de l'épandage, l'intensité odorante est de niveau moyen, influencée par les acides gras volatils, les phénols et l'ammoniac ( $NH_3$ ).

Il existe plusieurs méthodes chimiques, biologiques et mécaniques visant à réduire, neutraliser ou éliminer les mauvaises odeurs du lisier [PAIN et BONAZZI (1991) et BUELMA et al (1993)]. Des critères d'ordre économique, de réglementation, d'efficacité et d'adaptation au contexte régional imposent des conditions à leur application.

En ce qui concerne notre travail, nous avons examiné les modalités d'un dégazage en fosse de stockage avant l'épandage du lisier. Les résultats ont été obtenus avec une installation prototype ayant pour finalité la gestion du lisier en fosse couverte avec élimination des composés malodorants. Les coûts marginaux de notre étude ont été subventionnés par la DRIRE.

Nous présentons les résultats d'une étude avec strippage pendant le stockage durant 4 mois, à faible température. Le dégazage est séquentiel à partir du 3ème mois de stockage. Les principaux buts de ce procédé sont de réduire la charge organique du lisier, de produire un lisier moins odorant à l'épandage mais de conserver son pouvoir fertilisant. Notre procédé favorise le dégagement maximal de  $H_2S$  et cherche à extraire peu d'ammoniac.

## 1. MÉTHODOLOGIE

### 1.1. Installation expérimentale

La figure en annexe montre l'installation expérimentale mettant en oeuvre les trois postes :

1. Stockage du lisier de porc en fosse couverte. Le volume de la phase liquide est de  $1 \text{ m}^3$  et le volume de la phase gazeuse est de  $0,8 \text{ m}^3$ .
2. Désodorisation du lisier par dégazage avec recirculation du biogaz, à l'aide d'un aspirateur-surpresseur.
3. Traitement des gaz malodorants par passage à travers un biofiltre à lit de tourbe.

Le réacteur de stockage et de désodorisation comporte quatre zones :

1. Zone de sédimentation et d'activité biologique (points 2 et 3),

2. Zone de décantation située entre les points 3 et 4 avec un décanteur à l'intérieur,
3. Zone de désodorisation et du surnageant (entre les points 4 et 5),
4. Zone gazeuse.

### 1.2. Conditions expérimentales

Deux modes d'exploitation ont été pratiqués : la première étude met en oeuvre le dégazage par stripping en fin de stockage du lisier. Dans la seconde, le dégazage et le stockage du lisier sont suivis durant 4 mois, le dégazage est séquentiel à partir du 3ème mois de stockage. Il est réalisé par la réintroduction du biogaz au cours de la digestion anaérobie en fosse couverte dans la région de désodorisation. Le dégazage D est obtenu par :

$$D = \sum [(Q/V)_i * \sigma_i * n_i]$$

avec Q le débit de recirculation du biogaz, V le volume du lisier traité, si le temps de durée de chaque dégazage ( $\sigma_i = 1 \text{ h}$ ), et  $n_i$  le nombre de fois d'application de  $(Q/V)_i$ .

### 1.3. Micro-épandage avec le lisier traité

Après le dégazage du lisier, un micro-épandage avec le lisier traité et un lisier non traité (témoin) est réalisé afin de quantifier l'efficacité du procédé. Un jury composé de 4 personnes est placé à 10 mètres pour chaque micro-épandage afin de déterminer l'intensité odorante. Des poches sont remplies à l'aide d'un caisson sous vide, au moment de l'épandage et après 24 heures pour la détermination de la composition chimique et pour la détermination du facteur de dilution au seuil de perception olfactive ( $K_{50}$ ). Les conditions météorologiques sont déterminées (vitesse du vent et la température).

### 1.4. Techniques analytiques

#### 1.4.1. Analyse des lisiers

Les paramètres analysés du lisier sont : pH, DCO, MST, MVT, N-NTK,  $N-NH_4^+$ ,  $P_{total}$ , température (cf. la norme AFNOR). Les acides gras volatils sont déterminés par chromatographie en phase liquide.

#### 1.4.2. Analyses des échantillons gazeux

L'analyse de l'ammoniac est réalisée après piégeage dans une solution de HCl N/10 (cf. AFNOR NFT 90-015). La détermination des composés soufrés est faite par la masse d'un précipité obtenu par piégeage avec  $HgCl_2$ , ou par chromatographie en phase gazeuse avec des détecteurs spécifiques.

Les composés organiques volatils sont analysés par couplage d'une désorption thermique - chromatographie en phase gazeuse (TDU-CPG Fison), voire le couplage avec la spectrométrie de masse (TDU-CPG-SM). Les analyses olfactométriques ont porté sur les déterminations des intensités odo-

rantes (cf. AFNOR X 43 - 101 et AFNOR X 43 - 103) et des taux de dilution au seuil de perception quantifié par un olfactomètre Guigues-Proviron.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Analyse du lisier et de la production du biogaz

Le tableau 1 montre la composition du lisier et l'efficacité du procédé de traitement. On note qu'il présente des concentrations élevées, et la concentration en acide acétique est très élevée en raison du développement de la phase acide de la dégradation anaérobie. Les résultats montrent une

faible liquéfaction du lisier et une faible réduction de la matière organique en raison de la faible température dans le pilote. En effet, pendant le stockage et le dégazage du lisier, la température à l'intérieur du pilote est de 13,9°C (écart-type vrai  $\sigma_n = 2,1^\circ\text{C}$ ). Le potentiel rédox au cours de l'étude se situe entre - 280 et - 390 mV (Ag/AgCl).

En ce qui concerne la production du biogaz au cours du temps, elle présente une production moyenne de 55 l.j<sup>-1</sup>.m<sup>-3</sup> de lisier. Cette valeur est proche du résultat présenté par CULLIMORE et al (1985). La relation entre la production cumulée du biogaz et du CH<sub>4</sub> et la réduction cumulée de l'acide acétique sont représentées par la figure 1. Les équations linéaires montrent des corrélations très fortes.

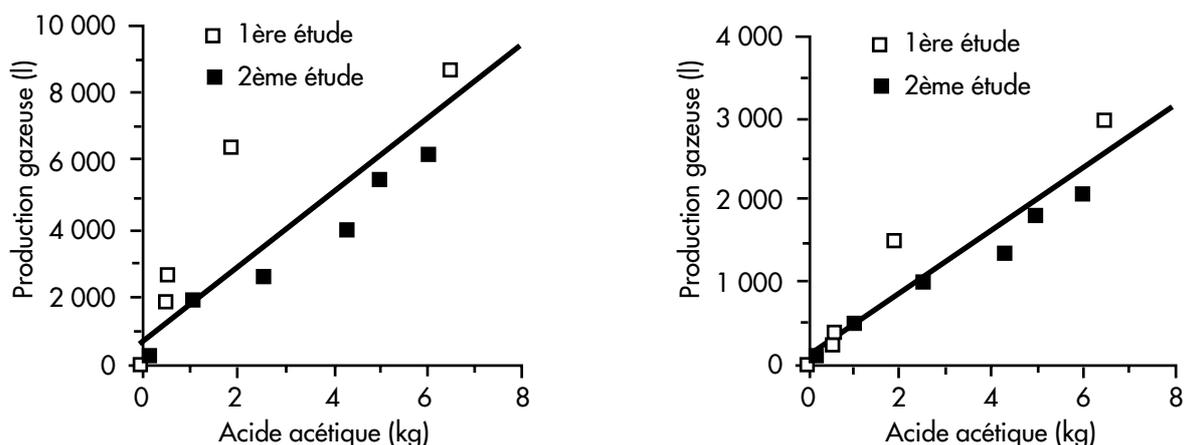
Tableau 1 - Composition du lisier et efficacité après 4 mois de stockage

Paramètres	lisier	après 4 mois
pH	7,74	stable
DCO, gO <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup>	98	72
MST, g.kg <sup>-1</sup>	72	61
MVT, g.kg <sup>-1</sup>	59	44
NTK, g.kg <sup>-1</sup>	10	stable
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , g.kg <sup>-1</sup>	7,7	stable
P <sub>total</sub> , g.kg <sup>-1</sup>	1,30	stable
AGV, mg.l <sup>-1</sup>		
acide formique	1079	<20
acide acétique	7132	1240
acide propionique	739	2010
acide butyrique	194	<20
acide isovalérique	604	<20
AGV <sub>total</sub>	9748	

$$V(\text{gaz}) = 478 + 1114 [\text{acide acétique}] ; r = 0,91$$

$$V(\text{CH}_4) = 58 + 388 [\text{acide acétique}] ; r=0,96$$

Figure 1 - Relations entre les productions cumulées de CH<sub>4</sub> et de biogaz en fonction de la réduction cumulée de l'acide acétique.



## 2.2. Évolution de la teneur en composés volatils et de l'olfactométrie

Les courbes (figure 2) représentent l'évolution de  $H_2S$  et  $NH_3$ . Pendant le stockage, la teneur en  $H_2S$  est élevée, soit 4 250 à 5 100  $mg.m^{-3}$ . Après la mise en route du procédé de dégazage (55e jour), on observe une chute de la teneur en composés soufrés. La recirculation du biogaz est réalisée une fois par semaine pendant une heure (pendant 9 semaines). Le dégazage total de  $H_2S$  lié à la recirculation du biogaz au cours du temps a extrait 12,6  $g.m^{-3}$  de lisier. Notre essai de dégazage est réalisé par la condition :

$$D = \sum((Q/V)_i * n_i * \sigma_i) = (1 \text{ h} - 1) * 9 * 1 \text{ h} \# 9$$

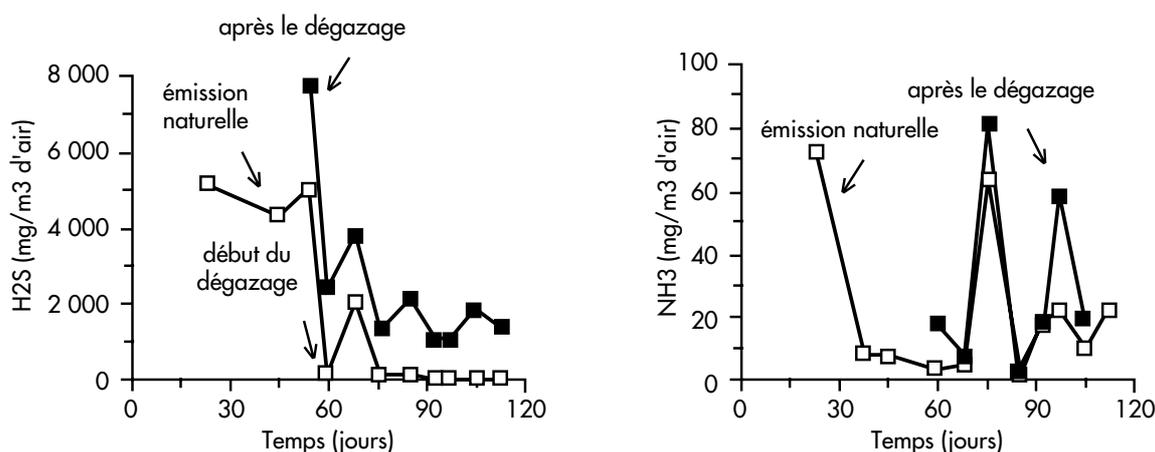
La première expérimentation a été réalisée avec  $D = 58$  avec élimination de 21,93  $g H_2S.m^{-3}$  de lisier. Les lisiers uti-

lisés dans le pilote (1ère et 2ème études) présentent une élimination mesurée de  $H_2S$  qui varie en fonction des facteurs de dégazage (D), conformément à l'équation. L'application de l'équation est valable pour  $D \leq 100$ .

$$H_2S = 1,6 + 0,43 D ; r = 0,98$$

En ce qui concerne l'ammoniac, sa teneur varie au cours du temps. Après le dégazage, la concentration de l'ammoniac n'est pas significative par rapport à celle avant la recirculation du biogaz (émission naturelle). Ainsi, le procédé de dégazage, appliqué séquentiellement avec  $D_i$  faible pendant le stockage du lisier dans la fosse couverte libère  $H_2S$  en n'extrayant que peu de  $NH_3$ . Il semble bien que l'extraction de  $H_2S$  soit bien liée au facteur de dégazage, que l'extraction soit périodique ou finale.

Figure 2 - Évolution de  $H_2S$  et  $NH_3$  pendant le stockage et le dégazage du lisier



## 2.3. Résultats du micro-épandage

Le tableau 2 montre les résultats de micro-épandages des lisiers traité et témoin à la distance de 10 mètres.

D'après les paramètres mesurés, l'hydrogène sulfuré est le principal marqueur de l'intensité odorante à l'épandage. Pour le lisier témoin (à l'épandage), l'intensité odorante est forte à très forte avec une concentration en  $H_2S$  de 14  $mg.m^{-3}$  d'air, alors que, pour le lisier traité, la concen-

Tableau 2 - Résultats du micro-épandage

Paramètres	Épandage - lisier traité		Épandage - lisier témoin	
	t=0	t=24h	t=0	t=24h
Vitesse du vent ( $m.s^{-1}$ )	1,45	2,50	1,33	1,90
Température ( $^{\circ}C$ )	25	12	23	13
$H_2S$ ( $mg.m^{-3}$ d'air)	ND	ND	14	ND
$NH_3$ ( $mg.m^{-3}$ d'air)	17,5	18,8	22,0	13,3
Intensité odorante ( $g.l^{-1}$ )	f à M(0,05)	M (0,1)	F à TF (5)	M (0,1)
$K_{50}$	<200	<200	710( $\pm$ 200)	<200

TF : très fort    F : fort    M : moyenne    f : faible

tration en  $H_2S$  est inférieure à la limite de détection avec une intensité odorante faible à moyenne.

Après 24 heures, l'intensité odorante est moyenne pour les deux lisiers en raison de la disparition de  $H_2S$  et de la persistance de l'ammoniac. L'analyse de  $K_{50}$  confirme les résultats obtenus avec l'intensité odorante.

La figure 3 met en évidence que le procédé de dégazage, avec recirculation du biogaz pendant le stockage en fosse couverte, donne un lisier moins odorant au moment de l'épandage.

L'analyse par spectrométrie de masse des échantillons prélevés au moment de l'épandage montre une atmosphère plus riche en composés organiques volatils pour le lisier témoin. Le lendemain, pour les deux épandages, les échantillons présentent des compositions homogènes.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

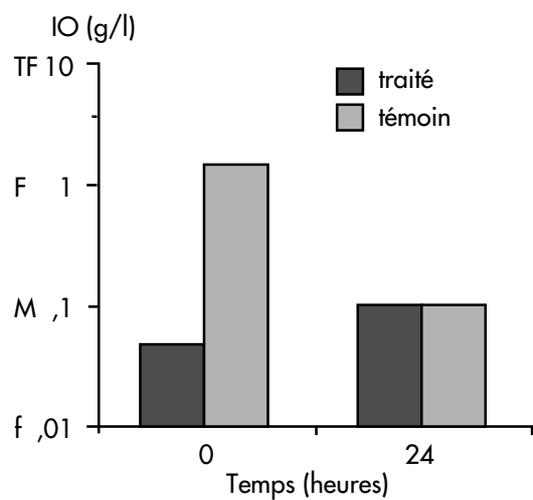
Cette étude montre qu'un lisier stocké en fosse couverte avec dégazage réduit les émissions odorantes, garde son pouvoir fertilisant et peut réduire la charge organique.

Le dégazage avec recirculation du biogaz pendant le stockage est, d'une part, facile à mettre en oeuvre et, d'autre part, efficace vis-à-vis de la réduction des odeurs. Les conditions de travail permettent une bonne désodorisation du lisier. Au moment de l'épandage, l'olfactométrie présente une intensité odorante faible à moyenne et une valeur de  $K_{50}$  au-dessous de 200.

Le micro-épandage s'avère être une méthode fiable pour la reproduction des conditions d'un épandage réel. Au moment de l'épandage,  $H_2S$  est détecté comme le composé lié à la forte intensité odorante. L'ammoniac est un composé associé à l'odeur rémanente.

Nous recommandons le dégazage périodique pendant le stockage avec la fosse pleine pendant 1 à 2 heures, une à deux fois par semaine durant les deux mois précédant l'épandage. Le rapport  $Q/V$  doit être de l'ordre de 2 à 3  $h^{-1}$ . On obtient ainsi  $D = 30$  à 80.

Figure 3 - Intensité odorante de l'épandage de lisier



TF : très fort F : fort M : moyenne f : faible

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELL FILHO P., 1995. Stockage et odeurs des déjections animales - cas du lisier de porc. Thèse de doctorat de l'Université de Rennes I.
- BUELMA G., CAQUETTE P., PIGEON S., 1993. Science et Technique de l'eau. 26 (4) 243 - 252.
- MARTIN G., NEVEU C., ROBIN I., LEMASLE M., MORCEL P., BELL FILHO P., 1993. Journées Rech. Porcine en France. 25, 273-277.
- PAIN B. F., BONAZZI G., 1991. Odour from livestock production. Seminar Environment, Agriculture and stock farming in Europe, Mantova, Italie.

## Annexe

## stockage et dégazage du lisier

