

Méthanisation passive des lisiers de porcs en hiver

Résultats de l'installation « Nénufar » de Guernévez

Aurore TOUDIC (1), Kristell LAVENAN (2), Patrick DABERT (3), Thomas LENDORMI (4)

(1) Chambre d'Agriculture de Bretagne, Rue Maurice Le Lannou, CS 74223, 35042 Rennes Cedex

(2) Utilities Performance, 14 rue des Ecoles, Saint-Nicolas-Des-Eaux, 56930 Plumeliau

(3) Irstea, UR OPAALE, 17 Avenue de Cucillé, 35044 Rennes Cedex

(4) Université de Bretagne Sud, FRE CNRS 3744, IRDL, Allée des Pommiers, 56300 Pontivy

aurore.toudic@bretagne.chambagri.fr

Avec la collaboration de Raymond Derrien, Yannig Moisan et Paul Landrain

Passive anaerobic digestion of pig slurry at low temperature during winter: results of Nénufar process at Guernévez

The "Nénufar" floating cover is able to collect gases produced during storage of manure in existing pits. It allows, by on-farm use of biogas, to reduce fossil fuel consumption. The airtight cover favors anaerobic conditions in the pit and permits passive anaerobic digestion of pig slurry at low temperature, without heating. To be profitable, the winter production of biogas and particularly of methane must be sufficient. The experimental station of Guernévez has been testing the process since June 2016. The results presented in this study concern the winter period (September 2016-March 2017). The pit of 300 m³ was gradually filled by 8-24 m³ inputs of sows, piglets or fattening pigs' slurry, every 15 day. The slurry was mixed during three to five minutes per day. The pit was emptied at the beginning of March. The biogas produced contained 65±3 % of methane (from 60 to 71 %) and 23±3 % of carbon dioxide on average. It could be burn on a boiler. The warm water produced was used to heat the pig farm. Methane production depends on the quantity and the quality of slurry introduced or present in the pit, and on the temperature. The production varied from 0.12 to 0.51 m³ of methane per week and per m³ of slurry, and the temperature decreased from 18.8 °C in September to 8.2°C in January. 65 % of the Biochemical Methane Potential (BMP) was expressed and 60 % of the BMP was caught by the cover. Despite low temperatures in the pit during winter, inputs of slurry maintained methane production (9 m³ CH₄/day).

INTRODUCTION

La petite méthanisation à la ferme possède de nombreux atouts environnementaux mais les coûts d'investissement et de fonctionnement restent élevés. Il est connu que les effluents d'élevage émettent du méthane naturellement lors du stockage. Cette méthanisation passive est peu productive. L'expérience canadienne et française (Dabert *et al.*, 2015) montre qu'en dessous de 13°C, les bactéries méthanogènes travaillent au ralenti. Dans l'**objectif de déterminer l'intérêt de la méthanisation du lisier de porc à basse température**, la station de Guernévez, dans le Finistère, a équipé en 2016 une de ses fosses d'une couverture flottante. Proposé par la société Nénufar, le procédé permet de capter le méthane. Cette publication présente les résultats obtenus au terme de la période hivernale, période la plus critique quant à la production de chaleur au service de l'élevage.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Une fosse existante de 300 m³, semi-enterrée

La couverture Nénufar a été mise en service fin juin 2016 sur une fosse existante, semi-enterrée, en béton, d'environ 300 m³ (10 m de diamètre et 4 m de profondeur). L'installation comprend une simple membrane qui recouvre 90 % de la surface du lisier, un boudin périphérique gonflable assurant sa

flottaison et un lest. Les gaz émis par le lisier sont envoyés par un surpresseur vers une chaudière tout inox. Un débitmètre à oscillations assure le comptage du biogaz produit. Un système d'injection d'air participe à la désulfuration du biogaz. Un filtre à charbon actif placé en amont de la chaudière garantit le traitement de l'hydrogène sulfuré (H₂S) résiduel.

1.2. De 8 à 24 m³ de lisier tous les 15 jours

Le bilan a été initié fin septembre après une période d'épandage. La fosse n'était pas entièrement vide, elle contenait 104 m³ de lisier qui ont été échantillonnés. La fosse a ensuite été alimentée successivement en lisiers de truies, de post-sevrage et d'engraissement afin de recréer un lisier mixte. L'alimentation en lisiers, de 8 à 24 m³ par apport, a été réalisée environ tous les quinze jours entre le 23 septembre 2016 et le 31 janvier 2017. La fosse a été brassée 3 à 5 min par jour. Chaque lisier a été échantillonné lors de l'apport et analysé en laboratoire (MS, MO, NPK, AGV, BMP). Un prélèvement du contenu de la fosse (lisier digéré) a été réalisé le jour précédant l'épandage, soit le 14 mars, date de la fin du bilan, un mois et demi après le dernier apport de lisier.

La température et la hauteur de lisier dans la fosse sont enregistrées toutes les heures. La composition du biogaz en méthane (CH₄), dioxyde de carbone (CO₂), oxygène et H₂S est analysée tous les jours. La quantité de méthane produite est donc calculée tous les jours à partir des relevés.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats présentés ici concernent la période hivernale, entre le 23 septembre 2016, date de reprise des alimentations de la fosse, et le 14 mars 2017, date de vidange de la fosse. La température moyenne du lisier dans la fosse sur cette période est de 12,6°C (Tableau 1). De 18,8°C fin septembre, elle est descendue à 8,2 °C fin janvier. En fin de suivi, la fosse contenait 290 m³ de lisier. Le temps de séjour moyen des lisiers, apportés de façon fractionnée, est de 103 jours.

2.1. Qualité des lisiers et bilan matière

Les différents lisiers introduits dans la fosse (50 % de lisier d'engraissement, 31 % de lisier de truies et 19 % de lisier de post-sevrage) présentent une composition moyenne de 5,4 % de MS et 4,1 % de MO. Le potentiel méthanogène moyen des lisiers introduits est de 346 normo-litres (NL) de CH₄/kg de matière volatile. Le lisier digéré, échantillonné en mars, avant épandage, présente un pouvoir méthanogène de 56 NL de CH₄/kg de matière volatile. Son pH est de 8,0.

Le bilan matière réalisé entre les entrées et les sorties montre que 32 % du carbone organique sont dégradés, soit 1624 kg de carbone (Tableau 2). Notons que seuls 2 % de l'azote sont perdus, témoignant de l'effet de la couverture sur la préservation de l'azote dans le lisier. Les défauts de bilan sur le phosphore et le potassium, de -8 et -2 % respectivement, confirment la fiabilité de ce bilan matière.

2.2. De 3 à 39 m³ de biogaz/j, 60 à 70 % de CH₄

Après chaque apport de lisier, un pic de production de biogaz est observé sur environ dix jours. La production est en moyenne de 13,5 m³/j et varie entre 3 et 39 m³/j. Les apports réguliers permettent donc de maintenir un minimum de production. Le biogaz produit contient en moyenne 65±3 % de CH₄ et 23±3 % de CO₂. La qualité du biogaz est restée stable de septembre à mars. Ce point est essentiel pour la valorisation car les chaudières à biogaz sont réglées en fonction de la teneur en méthane du biogaz. La production moyenne de méthane est de 0,28 m³ CH₄/semaine/m³ de lisier présent dans la fosse en hiver (de 0,12 et 0,51), comparable aux 0,1 à 0,6 NL CH₄/L/semaine obtenus à 13°C par Dabert et al en 2015. C'est également 15 fois moins que la production d'un lisier de porc en conditions mésophiles (38°C) pour un temps de séjour moyen de 33 j. La perte moyenne de méthane en période hivernale est donc de 67,3 g CH₄/m³ de lisier/j, légèrement inférieure à la référence annuelle utilisée en porc de 87,8 g CH₄/m³ de lisier/j sur une fosse non couverte (Ges'TIM, 2015). Ce résultat plaiderait pour l'absence d'amplification des émissions de CH₄ du fait de la couverture de la fosse, mais la référence utilisée repose sur un faible nombre de références

bibliographiques et l'émission dans notre situation doit être plus élevée en été, ce qui élèverait la moyenne annuelle.

Tableau 1 – Température moyenne du lisier dans la fosse, Production de méthane et d'énergie thermique par mois

| | Température moy. (°C) | Production de CH ₄ | | MWh thermiques valorisables |
|-----------|-----------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|
| | | m ³ /mois | m ³ /semaine /m ³ lisier | |
| Fin Sept. | 19,5 | 24 | 0,174 | 0,2 |
| Octobre | 15,8 | 171 | 0,241 | 1,6 |
| Novembre | 12,8 | 376 | 0,508 | 3,5 |
| Décembre | 11,3 | 283 | 0,297 | 2,6 |
| Janvier | 9,3 | 321 | 0,285 | 2,9 |
| Février | 8,7 | 272 | 0,234 | 2,5 |
| Déb. Mars | 9,9 | 71 | 0,123 | 0,7 |

2.3. 60 % du potentiel méthanogène capté

Les pertes de carbone obtenues sous forme de CH₄ et de CO₂ peuvent être estimées à partir du bilan matière. Sur les 1 624 kg de carbone dégradés (à 70 % sous forme de méthane et 30% sous forme de CO₂), on peut conclure à une production potentielle de 2 383 m³ de CH₄ et 834 m³ de CO₂.

Les volumes de méthane produits et enregistrés par le débitmètre et l'analyseur, sur la même période, s'élèvent à 1 518±25 m³, soit 64 % du méthane estimé par le bilan matière et 60 % du potentiel méthanogène du lisier introduit dans la fosse. Seuls 90 % de la fosse sont recouverts par le Nénufar, soit une perte dans l'air (méthane non capté) de 169 m³. En prenant en compte ces pertes sur le bord de fosse, 66 % du potentiel méthanogène du lisier introduit se sont exprimés de fin septembre à mi-mars. Ce résultat est en accord avec Dabert et al. (2015). En mésophile on peut atteindre 80 à 90 % en 30 j.

CONCLUSION

La couverture de fosse flottante installée sur une fosse de 300 m³ de lisier mixte à Guernévez a permis de produire en moyenne 9 m³ de CH₄/j, de septembre à mars, même à 8°C, à condition d'apporter régulièrement des lisiers (tous les 15 jours ici). Le climat tempéré du site et la configuration semi-enterrée de la fosse limitent la chute des températures en hiver. 66 % du potentiel méthanogène sont exprimés. La perte d'azote (-2 %), plus faible que généralement observée, confirme l'intérêt de la couverture sur la préservation de l'azote du lisier et la limitation de la volatilisation d'ammoniac. Les périodes de vidange de la fosse correspondent au niveau de production de méthane le plus faible. La reprise de la production a lieu dès les nouveaux apports de lisiers.

Cette étude a bénéficié du soutien financier de l'Adème et du Conseil Régional de Bretagne dans le cadre du projet Prométhés.

Tableau 2 – Composition des lisiers entrants et du lisier digéré et bilan matière (en % de la matière brute)

| | Vol. (m ³) | MS (%) | MO (%) | N tot. (%) | N-NH ₃ (%) | Corg (%) | DCO (mg O ₂ /l) | DCO soluble (mg O ₂ /l) | AGV tot. (g/kg) | BMP (NL CH ₄ / kg MB) |
|--------------------------|------------------------|--------|--------|------------|-----------------------|----------|----------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1- Fond de fosse initial | 104 | 3,6 | 2,5 | 0,33 | 0,22 | 1,2 | 32 500 | 3 800 | 5,7 | 1 |
| 2- Lisier moyen apporté | 180 | 5,5 | 4,1 | 0,44 | 0,29 | 2,2 | 64 000 | 21 500 | 13,5 | 14 |
| 3- Lisier digéré | 288 | 3,6 | 2,4 | 0,39 | 0,27 | 1,2 | 30 000 | 4 500 | 2,9 | 1 |
| Bilan matière | +1% | -24% | -31% | -2% | +8% | -32% | -42% | -68% | -79% | |

¹Bilan matière prenant en compte le volume de chaque lisier apporté, (3-(1+2))/(1+2).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Dabert P., Béline F., Lendormi T., 2015. Optimisation de la méthanisation des lisiers porcins à basse température. Aspects microbiologiques. Rapport final Ademe Projet Prométhés. 90p.