

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

FICHE SYNTHÈSE

Volet 4 – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement

TITRE TRAITEMENT DU MÉTHANE D'UNE STRUCTURE D'ENTREPOSAGE DU LISIER AVEC COUVERTURE À L'AIDE DE BIOFILTRE À HAUTE EFFICACITÉ

ORGANISME Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) **COLLABORATEURS** Martin Boutin, Ferme Marnie
AUTEURS Matthieu Girard et Ariane Lévesque, IRDA Michèle Heitz, Université de Sherbrooke

INTRODUCTION

L'entreposage du lisier est une source importante de méthane (CH₄), un puissant gaz à effet de serre (GES). La concentration de méthane provenant des structures d'entreposage du lisier est généralement trop faible pour être brûlée, mais il est possible d'utiliser un biofiltre pour traiter ce gaz. L'objectif principal de ce projet était de démontrer la performance à long terme d'un biofiltre à lit inorganique à haute efficacité pour le traitement des gaz provenant de structures d'entreposage de lisier avec couverture. L'utilisation d'un tel procédé permettrait de réduire significativement les émissions de GES du secteur agricole et aiderait ainsi le Québec à atteindre ses objectifs de réduction des émissions de GES.

OBJECTIFS

L'objectif principal de ce projet était de démontrer la performance à long terme d'un biofiltre à lit inorganique pour le traitement des gaz provenant de structures d'entreposage du lisier avec couverture. Plus spécifiquement, le projet visait à :

- 1) installer et opérer un biofiltre chez un producteur pendant 16 mois;
- 2) mesurer l'efficacité d'élimination du méthane;
- 3) évaluer la réduction de l'ammoniac; et
- 4) assurer le redémarrage rapide du système après l'hiver.

MÉTHODOLOGIE

Afin d'atteindre les objectifs de ce projet, quatre biofiltres ont été fabriqués et installés chez un producteur porcin pour traiter le gaz provenant d'une structure d'entreposage du lisier (capacité de 2000 m³) avec une couverture étanche en béton (Figure 1). Les biofiltres ont été fabriqués à partir de tuyaux d'aqueduc de 15 pouces de diamètre et ils ont été remplis sur une hauteur de 1 m avec un milieu filtrant inorganique semblable à celui utilisé dans certaines stations d'épuration des eaux usées. Un ventilateur R3 de Gast (États-Unis) a été utilisé pour soutirer le gaz de la structure d'entreposage du lisier et l'acheminer vers les biofiltres. Afin d'être représentatif d'un système commercial et d'assurer une certaine teneur en oxygène, un débit élevé (environ 45 m³/h) de gaz a été soutiré de la fosse pour être en partie envoyé aux biofiltres, le restant étant évacué à l'extérieur. Avec les quatre biofiltres, il a été possible de comparer différents temps de rétention (EBRT), un paramètre d'opération majeur en biofiltration. En faisant varier le débit de gaz alimentant les biofiltres de 5 à 12 L/min, des temps de résidence d'environ 9 à 20 minutes ont été obtenus.

Le suivi du procédé a été effectué sur une base hebdomadaire sur une période allant de l'été 2015 à l'automne 2016. Le débit de gaz a été mesuré avec un débitmètre massique (FMA-A2311, Omega, Canada), précis à ± 1 %. Le débit de gaz soutiré de la fosse a été mesuré par un anémomètre à fil chaud (VelociCalc® de TSI, États-Unis). Pour mesurer la concentration de méthane, des échantillons ont été prélevés dans des fioles de 20 ml préalablement mises sous vide pour être ensuite analysés en laboratoire dans un délai de 24 h à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse (Varian, 3600; É.-U.) équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) avec une incertitude de ± 0,5 ppmv. Le taux d'émission de GES a été calculé en multipliant la concentration de méthane avec le débit de gaz en supposant des valeurs constantes entre deux d'échantillons.

Au démarrage des biofiltres en juillet 2015, des problèmes techniques liés à l'alimentation en gaz des biofiltres sont survenus. Des corrections ont été apportées et il a été possible d'obtenir un fonctionnement régulier seulement en septembre 2015. À l'été 2016, le système de contrôle du débit de gaz, qui avait été mis en place en 2015, n'a pas permis d'obtenir des débits stables dans le temps. Des modifications supplémentaires ont permis de régler ces problèmes à partir du mois de juillet 2016. Le temps consacré au suivi du procédé a donc été réduit par rapport à ce qui était initialement prévu à l'Objectif 1. Ces défis ont bien démontré la difficulté d'opérer un système biologique de traitement de l'air en conditions réelles à l'extérieur. Les Objectifs 2 et 3 ont été atteints, l'Objectif 1 a été atteint partiellement, mais en raison des problèmes au printemps 2016, il n'a pas été possible d'atteindre l'Objectif 4.



FIGURE 1 : PHOTO DES BIOFILTRÉS

RÉSULTATS

La Figure 2 présente, pour 2016, le taux d'émission de méthane mesuré à la fosse avec couverture de béton en fonction du temps. Les émissions étaient relativement élevées au mois de juillet, jusqu'à 90 kg de CH₄ par jour, mais il y a eu une réduction importante vers le début d'août. Cette baisse correspond bien à la vidange presque complète de la fosse par le producteur. Par la suite, les émissions étaient relativement stables, variant de 13 à 32 kg CH₄ par jour sans influence apparente de la température. En 2015, après une pointe d'émissions au démarrage du système, il y eu une certaine stabilisation et, à partir du mois de septembre, les émissions de CH₄ semblaient diminuer avec la température extérieure. L'activité microbienne a probablement été ralentie lorsque la température a baissé, ce qui a réduit la production de gaz. Il semblerait que les émissions de méthane sont liées à la fois à la température et à la quantité de lisier dans la fosse. D'autre part, les émissions cumulatives de GES ont été très différentes d'une année à l'autre. En 2015, des émissions de 206,7 tonnes d'équivalent CO₂ ont été mesurées sur une période de 118 jours tandis que, en 2016, seulement 76,1 tonnes ont été émises en 96 jours. Cette variabilité des émissions de CH₄ des fosses couvertes devra être prise en compte lors de l'évaluation de la pertinence et de la rentabilité des projets de réduction de GES.

Les performances moyennes et maximales de chacun des biofiltres sont présentées au Tableau 1 pour 2015 et 2016. Avec seulement 5 semaines d'opération en 2015, il a tout de même été possible d'observer le potentiel de ce procédé avec des efficacités maximales allant jusqu'à 37 %. En 2016, des résultats plus intéressants ont été obtenus avec des efficacités maximales de 63 à 91 %. Toutefois, en moyenne, les biofiltres ont seulement éliminé entre 23 et 37 % du méthane, ce qui équivaut à des charges traitées entre 0,36 et 0,78 kg de CH₄ par m³ de milieu filtrant par jour. Les performances les plus intéressantes ont été obtenues avec un temps de résidence de 20 minutes au biofiltre 3, mais avec un temps de résidence semblable, le biofiltre 2 a présenté les performances moyennes les plus faibles. Il n'a donc pas été possible de bien démontrer l'effet du temps de résidence dans ce projet. De plus, les performances n'étaient pas stables dans le temps : seulement le biofiltre 4 a maintenu une efficacité moyenne de 55 % pendant près d'un mois, la performance pour tous les autres biofiltres ayant rapidement chuté après la pointe. Des problèmes de croissance excessive de la biomasse ont causé le colmatage de certaines unités pendant la saison, ce qui aurait pu affecter la performance des biofiltres. La présence d'ammoniac dans le gaz de la fosse entre 2 et 17 ppmv ne semble pas être entièrement responsable de la baisse de performance des biofiltres, et ce, malgré que l'ammoniac puisse inhiber les bactéries responsables de la biodégradation du méthane. En fait, les biofiltres ont éliminé plus de 97 % de l'ammoniac.

IMPACTS ET RETOMBÉES DU PROJET

Ce projet a permis de démontrer un certain potentiel de la technologie avec des pics d'efficacité allant jusqu'à 90 %. Par contre, en moyenne, les biofiltres ont éliminé seulement entre 23 et 37 % du CH₄. De plus, en raison des difficultés techniques encourues (contrôle du débit de gaz, croissance excessive de la biomasse, etc.), il n'a pas été possible d'obtenir des performances stables ni de bien démontrer l'effet de certains paramètres d'opération tels que le temps de résidence et la teneur en azote de la solution nutritive. Il serait très intéressant de poursuivre le développement de cette technologie afin de régler les problèmes techniques et de proposer aux producteurs un système performant pour réduire les GES issus du stockage du fumier.

Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise du Fonds vert. Les auteurs remercient Martin Boutin de la Ferme Marnie ainsi que Michèle Heitz et Milad Ferdowsi de l'Université de Sherbrooke. Des remerciements s'adressent également à l'IRDA pour sa contribution en nature et pour l'appui technique de son personnel, dont Antoine Lamontagne et Christian Gauthier.

TABLEAUX, GRAPHIQUES OU IMAGES

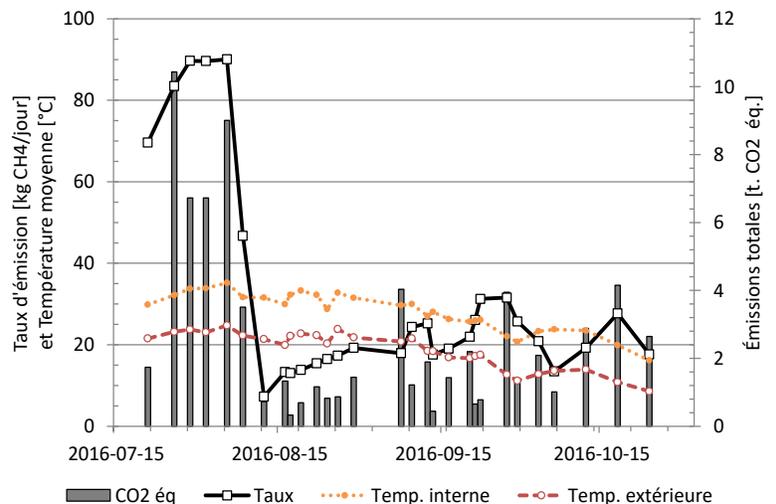


FIGURE 2 : TAUX D'ÉMISSION DE MÉTHANE DE LA FOSSE COUVERTE (2016)

TABLEAU 1 : PERFORMANCE DES BIOFILTRÉS

2015				
Biofiltre	EBRT [min]	Charge moyenne traitée [kgCH ₄ /m ³ /jour]	Efficacité [%]	
			Moy	Max
1	18	0,36	15	37
2	12	0,17	4	8
3	21	0,07	4	6
4	10	0,39	8	12

2016				
Biofiltre	EBRT [min]	Charge moyenne traitée [kgCH ₄ /m ³ /jour]	Efficacité [%]	
			Moy	Max
1	9	0,77	37	76
2	18	0,36	23	70
3	20	0,42	38	91
4	9	0,78	28	63

EBRT = Temps de résidence

DÉBUT ET FIN DU PROJET
Avril 2015 à mars 2017

POUR INFORMATION
Matthieu Girard, IRDA
418 643-2380, poste 670
matthieu.girard@irda.qc.ca