

Émissions de gaz à effet de serre et d'ammoniac provenant du stockage de lisier de porc : impact de la séparation du lisier et des stratégies de traitement

PATRICK BRASSARD¹, LAURA D. MILA SAAVEDRA¹, JOAHNN H. PALACIOS¹ ET STÉPHANE GODBOUT¹

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Canada.
Patrick.brassard@irda.qc.ca

Mots clés: Gestion du lisier, biométhanisation, traitement aérobie, entreposage

Introduction

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'ammoniac (NH₃) issues de la gestion des fumiers constituent un enjeu croissant dans un contexte d'intensification de la production animale (Viguria et al. 2015). Au Québec, les émissions du secteur agricole proviennent principalement de la fermentation entérique (40 %), de la gestion des sols agricoles (27,3 %) et de la gestion des fumiers (27,9 %) (MELCCFP, 2024). Compte tenu de l'importance relative de ce dernier poste, il devient essentiel de développer et d'évaluer des stratégies capables d'en réduire l'empreinte environnementale. Dans cette optique, la quantification rigoureuse des émissions générées par différentes approches de préparation et de traitement du fumier avant son entreposage constitue une étape clé pour déterminer leur potentiel réel de réduction des émissions de GES à la ferme.

Méthodologie

La séparation du lisier de porc en fractions liquide et solide a été réalisée à l'aide d'une gratte en « V » installée sous un plancher latté, sur une période d'engraissement de 40 jours. La fraction liquide a ensuite été soumise à une aération de 25 L/min durant 8 jours, tandis que la fraction solide a fait l'objet d'une digestion anaérobie mésophile à 35 °C pendant 28 jours.

Le test de stockage a été réalisé au laboratoire DC-102 à Deschambault. Pour chaque fraction étudiée (lisier brut, fractions liquide et solide brutes, fraction liquide après traitement aérobie, et digestat issu de la fraction solide), trois kilogrammes d'effluent ont été placés dans des contenants de 7 litres, maintenus ouverts dans une salle à température contrôlée d'environ 20 °C.

Les concentrations de gaz (CO₂, CH₄, N₂O et NH₃) ont été mesurées à l'aide d'un analyseur FTIR5000 – Gesterra de façon ponctuelle sur une période de 66 jours, pour un total de 10 campagnes de mesure. Durant chaque mesure, les contenants étaient fermés pendant 30 minutes et un flux d'air contrôlé de 2 L min⁻¹ était appliqué à la surface afin d'assurer une quantification précise des émissions. La température et l'humidité relative ont été également mesurés. Chaque fraction a été testée en cinq réplicats.

Les émissions de NH₃, CO₂, CH₄ et N₂O ont été calculées en multipliant les concentrations de gaz par le débit massique de ventilation, puis en les rapportant à la masse totale d'effluent. Des analyses statistiques ont ensuite été réalisées afin d'identifier les différences significatives entre les fractions traitées et non traitées, ainsi qu'en comparaison avec le scénario de référence correspondant à l'entreposage du lisier brut. Les résultats sont exprimés en kilogrammes d'azote (kg N) pour le NH₃, et en kilogrammes de solides volatils totaux (kg SVT) pour le CH₄ et le CO₂.

Résultats

Le bilan massique de l'élevage réalisé à l'échelle expérimentale montre que 65 % des déjections totales collectées par la gratte en « V » correspondent à la fraction liquide, contre 35 % pour la fraction solide. La séparation du lisier permet de concentrer 58 % de l'azote et 89 % du phosphore dans la fraction solide, tandis que la fraction liquide contient respectivement 42 % et 11 % de ces éléments. Ainsi, sur le plan de la

fertilisation, la fraction solide constitue la principale source de phosphore, tandis que la fraction liquide peut être utilisée pour répondre aux besoins en azote.

Des bilans de GES ont été réalisés pour différents scénarios de gestion du lisier en considérant le bilan massique de la séparation avec une grappe en « V » (Tableau 1). Les scénarios de gestion des effluents incluant la séparation et le traitement des fractions présentent des réductions de GES comprises entre 80,6% et 90,1% (en CO₂ eq) en comparaison au scénario de gestion conventionnelle. La séparation du lisier, sans traitement supplémentaire des fractions, permet déjà une diminution des émissions de l'ordre de 80,6 %. Un gain supplémentaire, pouvant atteindre 90,1%, est observé lorsque la fraction solide est soumise à un traitement de biodigestion. Ce procédé présente également un potentiel de valorisation énergétique, avec une production moyenne de biogaz de 73 mL par jour et par kg de matière, contenant environ 56,9 % de CH₄. En revanche, le traitement de la fraction liquide par aération n'a pas permis de réduire les émissions de GES. Il convient de souligner que les concentrations de N₂O mesurées étaient très faibles et proches de la limite de détection de l'appareil de mesure. Il n'a donc pas été possible d'en tenir compte dans le bilan des GES.

Tableau 1. Émissions de GES (en g/j/kg d'effluent) lors de l'entreposage des effluents pour différents scénarios de gestion en considérant le bilan de masse.

Scénario	Effluent	eCO ₂	eCH ₄	eNH ₃	CO ₂ eq	% RÉDUCTION
Sans séparation	Lisier brut	0,129	8,6E-04	0,011	2,3E-02	
Avec séparation sans traitement de fractions	F.liquide brute	0,027	2,4E-05	0,008	6,8E-04	
	F.solide brute	0,131	1,4E-04	0,009	3,8E-03	
	FLB + FSB	0,158	1,6E-04	0,017	4,5E-03	-80,6
Avec séparation avec traitement des fractions	F. liquide traitée	0,029	3,6E-05	0,006	9,7E-04	
	Digestat FSB	0,018	5,7E-05	0,017	1,5E-03	
	FLT + Digestat	0,048	9,3E-05	0,023	2,5E-03	-89,2
Avec séparation + digestion de la FSB	F.liquide brute	0,027	2,4E-05	0,008	6,8E-04	
	Digestat FSB	0,018	5,7E-05	0,017	1,6E-03	
	FL + Digestat	0,045	8,1E-05	0,024	2,3E-03	-90,1

L'émissions de GES (en CO₂ eq) considère seulement les émissions de méthane et le N₂O indirect provenant du NH₃.

Les analyses statistiques indiquent que les émissions de CH₄ lors de l'entreposage du lisier brut (503,3 mg/j/kg SVT) sont significativement plus élevées que pour le digestat (106,9 mg/j/kg SVT) et la fraction solide (86,4 mg/j/kg SVT). Bien que la fraction liquide traitée génère une émission légèrement plus élevée (69,5 mg/j/kg SVT) que la fraction liquide brute et le lisier (respectivement 46,9 et 56 mg/j/kg SVT), ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

En ce qui concerne le NH₃, le digestat présente des émissions significativement plus élevées (8,08 g/j/kg N), correspondant à une augmentation de 75,1 % par rapport à la fraction solide et de 22,3 % par rapport au lisier. Les fractions liquides (brute et traitée) montrent également des émissions accrues, avec des hausses respectives de 46,5 % et 35,1 % par rapport au lisier (6,3 g/j/kg N). Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion et d'un stockage adaptés des fractions liquides.

Conclusions

La séparation du lisier permet de réduire les émissions de GES de 80 à 90 % (en équivalent CO₂), mais les émissions de N₂O, qui n'ont pas été quantifiées en raison de faibles concentrations mesurées, pourraient influencer le bilan total. Des essais additionnels devraient être réalisés pour mesurer avec plus de précision le N₂O.

L'aération de la fraction liquide n'a pas montré d'effet significatif sur les émissions de CH₄ et de NH₃, ce qui suggère que d'autres stratégies de traitement ou de gestion devront être envisagées afin de réduire efficacement ces émissions.

La fraction solide issue de la grappe en « V » ne devrait pas être entreposée telle quelle, en raison de sa dégradation rapide et de la prolifération de vers. Il est recommandé de la mélanger à des agents structurants afin de favoriser des conditions aérobies, ou de la valoriser par digestion anaérobie pour produire un biogaz riche en CH₄ tout en préservant les nutriments dans le digestat.

Une attention particulière doit être portée au stockage du digestat et de la fraction liquide, car ces deux fractions entraînent des pertes importantes de NH₃. Des stratégies d'atténuation (par exemple, acidification, couvertures étanches, épandage rapide et incorporation au sol) peuvent être mises en œuvre pour limiter ces émissions.

Références

Viguria, M., López, D.M., Arriaga, H., Merino, P., 2015. Ammonia and Greenhouse Gases Emission from On-Farm Stored Pig Slurry. *Water Air Soil Pollut* 226, 285. <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2548-6>

Ministère de l'Environnement, de la lutte contre les changements climatiques, de la Faune et de Parcs (MELCCFP). 2024. Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2022 et leur évolution depuis 1990. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/index.htm>.