

Emissions gazeuses au stockage de trois tas de fumier de bovins

Gaseous emissions of 3 treatments deep litter heaps at storage

LORINQUER E. (1), CHARPIOT A. (1), ROBIN P. (2), LECOMTE, M (2),

(1) Idele, Monvoisin BP 67, 35652 Le Rheu Cedex, France

(2) INRA AgroCampus Ouest UMR SAS, 65 rue de St Briec, 35000 Rennes, France

RESUME

En France, 46% des émissions nationales d'ammoniac proviennent des élevages laitiers et bovins viande (CITEPA, 2010). Le stockage des effluents représente près de 13% des pertes d'azote (sous forme d'ammoniac) de l'élevage, mais il y a peu d'études à ce sujet. Cette étude porte sur le fumier compact (de litière accumulée) qui représente plus de 80% des effluents bovins au niveau national. Différentes pratiques de stockage ont été testées pour voir leurs effets sur les émissions gazeuses (CO₂, CH₄, NH₃, N₂O, H₂O): tas témoin (cont), tas couvert (cov.), Tas couvert compacté (cov. + cont.). Cinq tonnes de fumier par modalité ont été stockées sur une plateforme de stockage, les températures ont été suivies à différentes hauteurs du tas (30, 60 et 90 cm). Les émissions gazeuses ont été suivies pendant 48 heures chaque semaine durant 11 semaines. La concentration de gaz a été mesurée à l'entrée et à la sortie de la chambre dynamique avec un analyseur photoacoustique infrarouge (INNOVA 1412). Le taux de ventilation a été contrôlé avec un ventilateur mécanique Fancom. Cette étude montre que la plupart des émissions de N-NH₃, N-N₂O et C-CH₄ ont eu lieu au cours du premier mois, les émissions sont respectivement de 4 à 12%, 0,075 à 0,15%, 0,3 à 3% du N et C initial présent dans le tas. Les émissions de N des tas de litière profonde se font principalement sous forme de N₂. Le compactage entraîne des émissions de CH₄ plus élevées (10 fois).

SUMMARY

In France, 46% of ammonia national emissions come from dairy and beef cattle farms (CITEPA, 2010). Storage represents nearly 13% of nitrogen losses (as ammonia) of the livestock in France, but only few studies on it. This study focus on solid manure that represent more than 80% of national cattle manure. Different practices have been tested to see their effects on gaseous emissions (CO₂, CH₄, NH₃, N₂O, H₂O): control heap (cont.), covered heap (cov.), compacted covered heap (cov.+cont.). Around five tons of solid manure per heap have been stored on a platform, temperatures have been followed at different heights (30, 60 and 90 cm). Gaseous emissions were followed during 48 hours every week for 11 weeks. Gas concentration were measured at entry and exit of dynamic chamber with an infrared photoacoustic analyzer (INNOVA 1412). Ventilation rate was controlled with Fancom mechanical fan. This study show that most of emissions N-NH₃, N-N₂O and C-CH₄ occurred during the first month, emissions are respectively from 4 to 12%, 0.075 to 0.15%, 0.3 to 3% of initial N and C present in the heap. N emissions of deep litter heaps are mainly on N₂ form. Compaction lead to a higher CH₄ emissions (10 times).

INTRODUCTION

Du point de vue environnemental, les émissions d'ammoniac sont en partie responsables de l'acidification et de l'eutrophisation. En France, l'agriculture contribue à 97% aux émissions nationales d'ammoniac dont 46% proviennent des élevages bovins (CITEPA, 2010). Différentes réglementations au niveau international, européen et national ont été établies pour limiter les émissions de polluants atmosphériques, y compris l'ammoniac. Dans le cadre des mesures proposées pour réduire les émissions de gaz dans l'agriculture, il est nécessaire de prêter attention à leur faisabilité du point de vue de leur efficacité environnementale et de leur pertinence à l'échelle des agriculteurs. Les émissions de stockage, qui représentent près de 13% des pertes d'azote (sous forme d'ammoniac) de l'exploitation bovine, sont cependant peu étudiées en France. C'est notamment le cas des fumiers de bovins alors qu'un volume de près de 70 millions de tonnes de fumier bovin est produit chaque année en France, soit 80% de la masse totale des effluents de bovin. Le projet EMAFUM, financé par l'ADEME, avait trois objectifs principaux: (i) le développement d'une méthode simplifiée de mesure du stockage du fumier bovin (modélisation et mesures intermittentes), (ii) l'acquisition de valeurs de référence sur la cinétique d'émission en tas profond (DLH) dans des conditions représentatives de l'élevage, (iii) évaluer l'effet sur les émissions de gaz de trois modes de gestion du fumier (tas témoin, tas couvert par un revêtement géotextile, tas couvert + compacté) de litière accumulée au cours du stockage. Cette présentation s'est concentrée sur le point (iii) qui est basée sur la catégorie de fumier très compact (FTC) qui représentait en 2010, 25% du fumier produit par les fermes bovines laitières et 65% par les fermes allaitantes.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Caractéristiques de l'exploitation et du fumier

Le fumier étudié provient d'une ferme laitière des Pays de la Loire. Pendant la période d'accumulation, il y avait 69 vaches laitières Holstein dans un bâtiment litière accumulée de 400 m² (10 kg de paille / vache / jour). La ration des vaches laitières se composait d'ensilage de maïs, d'ensilage d'herbe et de concentrés (respectivement 38 kg, 17 kg, 7 kg de matière brute par vache), et elles ont produit 28 kg de lait.jour⁻¹.vache⁻¹ pendant la période d'accumulation avec un stade de lactation moyen de 6 mois. Après curage, 5 tonnes de fumier par tas ont été stockées sur une plateforme du 13/02/2013 au 22/04/2013. Trois modalités de stockage de ce fumier solide ont été testées à la ferme expérimentale de Derval: (i) fumier témoin (suite) stocké en tas, (ii) couvert (Cov.) avec une couverture en polypropylène (Gangloff® Toptex) et (iii) Couvert + compacté (Cov. + Comp.) avec un tracteur.



Figure 1: Forme des tas au début du stockage des 3 tas de fumier de gauche à droite : Cont., Cov, Cov. + Comp.

1.2. Emissions gazeuses

Les températures ont été suivies à différentes hauteurs (30, 60 et 90 cm) avec des thermocouples reliés à une centrale d'acquisition CR3000 (Campbell Scientific). Les émissions gazeuses ont été suivies pendant 2 jours (48 heures) chaque semaine pendant 14 semaines avec des systèmes de chambre dynamique (structure de serre recouverte d'une bâche plastique habituellement utilisé pour couvrir l'ensilage de maïs sur la totalité de chaque tas de fumier). La concentration de gaz a été mesurée à l'entrée et à la sortie de la chambre dynamique avec un analyseur photoacoustique infrarouge (INNOVA 1412). Le débit de ventilation a été contrôlé avec un ventilateur mécanique Fancom et un anémomètre à contrôle ponctuel (TSI 8470, TH-industrie, Paris). Pendant 1 semaine, du 27/02 au 6/03/13, des tas ont été couverts et du gaz traceur SF₆ a été introduit en entrée pour estimer et valider le taux de ventilation du ventilateur. Tout au long de l'essai, la taille d'entrée d'air et le taux de ventilation ont été adaptés afin de maintenir une différence suffisante entre les concentrations d'air d'entrée et de sortie pour calculer le gradient de concentration ($[Gaz_{ext}] - [Gaz_{int}]$). Les lixiviats ont été collectés, pondérés et analysés en fonction des précipitations pendant toute la période de stockage. Les émissions de gaz ont été calculées en multipliant les gradients de concentration et les taux de ventilation. Les émissions entre deux points de mesure ont été estimées par interpolation linéaire.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les émissions d'azote ammoniacal varient entre 4 à 12% par rapport à l'azote total initialement présent dans le tas au début du stockage (tableau 1), probablement lié à la faible teneur en azote ammoniacal de ce type d'effluent (11-34% de TAN - «Total Ammoniacal Nitrogen»). Les émissions de N₂O variaient entre 0,08 et 0,2% de l'azote total initialement présent. Les pertes liquides d'azote, via les jus, (nitrates, ammoniac) étaient inférieures à 1% de l'azote total initial. La diminution de l'azote du fumier de bovins à litière profonde se traduit principalement par des pertes gazeuses sous forme de diazote (N₂-N; 24-28% de l'azote total initial pour le témoin et le tas couvert, et 4% pour le traitement compacté).

Tableau 1. Caractéristiques et évolutions des trois modalités observées (Poids entrée et sortie stockage (n), pertes gazeuses (en% de l'azote initial entrant) et pertes azotées liquides via les jus)).

Traitement			Cont.	Cov.	Cov. + comp.
Masse	Masse initiale de fumier	Kg	5060	5020	5100
	Masse finale de fumier	Kg	3440	2774	3824
Pertes gazeuses	N-NH ₃	% _{masse_initiale_totaleN}	12	7	4
	N-N ₂ O	% _{masse_initiale_totaleN}	0.1	0.08	0.2
	N-N ₂	% _{masse_initiale_totaleN}	24	28	4
	C-CH ₄	% _{masse_initiale_totaleC}	0.4	0.3	3
	C-CO ₂	% _{masse_initiale_totaleC}	41	26	27
Pertes liquides	Total N	% _{masse_initiale_totaleN}	0.7	0.6	0.7

Cette étude montre que les émissions de $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{N}_2\text{O-N}$ et $\text{CH}_4\text{-C}$ se produisent principalement au cours du premier mois de stockage en tas de litière profonde (FTC), respectivement de l'ordre de 97 à 100%, 41 à 56% et 82 à 90 % selon le traitement (Figure 1).

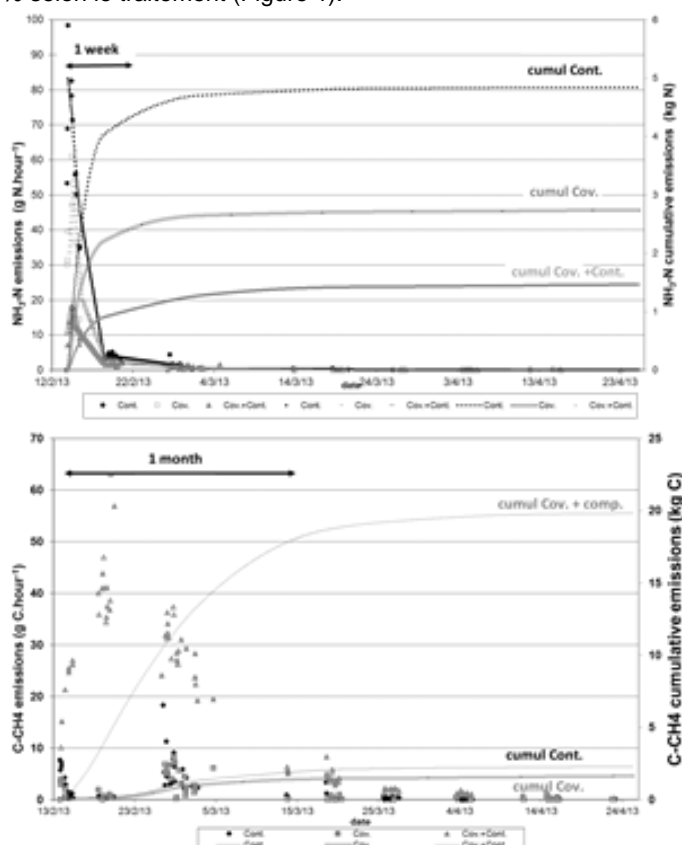


Figure 2 : Émissions cumulées et journalières pendant la période de stockage des 3 traitements (cont., Cov. Et cov. + Comp.) de N-NH_3 (en haut) et C-CH_4 (en bas).

Les traitements étudiés dans ce projet ont confirmé l'hypothèse de réduction des émissions d'ammoniac par recouvrement ou compactage (Petersen & Sommer, 2011). Cependant, l'incertitude sur la réduction des émissions (en% de l'azote total initial) était inférieure à 6%, mais restait élevée compte tenu de l'incertitude sur la composition initiale du fumier (supérieure à 20%) et sur la répétabilité de la mise en place des tas (forme géométrique complexe, ...). La couverture des tas a induit une diminution de l'activité biologique en limitant l'humidification par les eaux de pluie. Des mesures dans des conditions variées et à plus grande échelle serait intéressante pour couvrir la variabilité de la constitution du fumier (au bâtiment (type d'animaux, type de ration, matériaux de litière), du climat (température,

précipitations...). Concernant les émissions de GES, la couverture du tas n'a pas réduit les émissions. La combinaison couverture + compactage a un impact significatif : en multipliant presque par 10 la quantité de méthane émise. La pratique de la couverture + compactage dans les conditions de l'étude n'est pas une pratique à recommander vis-à-vis de la réduction des GES. Cette étude se focalise sur les émissions au stockage du fumier, cependant l'effluent subira d'autres étapes avant d'être valorisé au champ (éventuel traitement puis épandage) et le risque de transfert de pollution lors de la mise en place d'une action existe et doit être considéré. Si on prend l'exemple de l'ammoniac, le risque de pertes à l'épandage est avéré, et dépend notamment du délai d'incorporation. En effet, le tas témoin ne contient plus d'azote ammoniacal en fin de stockage, ce qui suggère un risque de volatilisation faible à l'épandage. Le tas couvert avait un peu moins de volatilisation pendant le stockage, mais il contient toujours 3 kg de NH_3 à la fin de la période, qui pourrait être plus facilement volatilisé lors de l'épandage selon les conditions d'épandage.

CONCLUSION

Les pertes d'ammoniac sont pour tous les traitements inférieures à 12% de l'azote initial. Cette étude a confirmé que le fumier très compact (FTC) est un produit très hétérogène et que l'échantillonnage et la caractérisation sont difficiles. De plus, en France il existe une très grande diversité de types de fumier liée aux pratiques agricoles (ration alimentaire, type et quantité de litière, type de logement, pâturage, productivité animale,...), donc des investigations complémentaires sont nécessaires pour avoir un aperçu de la diversité de fonctionnement de ces fumiers compacts et très compacts qui présentent un volume important des effluents bovins à l'échelle nationale, mieux les caractériser pourraient améliorer leur contribution réel aux émissions nationales des GES et d'ammoniac qui se basent actuellement sur des références internationales peu représentatives des spécificités françaises.

Les partenaires du projet remercient le financeur du projet l'ADEME ainsi que l'ensemble des membres du comité de pilotage.

BIBLIOGRAPHIE

- CITEPA, 2010.** Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Séries sectorielles et analyses étendues – Format SECTEN, 247p.
- Petersen S. O., S. G. Sommer, 2011.** Ammonia and nitrous oxide interactions: Roles of manure organic matter management. *Animal Feed Sci. and Technol.* 166– 167, 503– 513.