

# EVALUATION DES PERTES D'AZOTE ET DE CARBONE DES FILIERES DE GESTION DE DEJECTIONS PORCINES ASSOCIEES AU RACLAGE EN V

Emissions d'ammoniac et de GES au bâtiment, stockage, compostage et épandage des effluents produits, valorisations énergétique et agronomique

Solène Lagadec<sup>(1)</sup>, Aurore Toudic<sup>(1)</sup>, Bertrand Decoopman<sup>(1)</sup>, Sandrine Espagnol<sup>(2)</sup>, Romain Richard<sup>(2)</sup>, Mélynda Hassouna<sup>(3)</sup>, Sophie Genermont<sup>(4)</sup>, Polina Voylokov<sup>(4)</sup>

(1) Chambre d'agriculture de Bretagne

(2) IFIP-Institut du porc

(3) INRA UMR SAS

(4) INRA UMR ECOSYS

**L**e raclage en V est un système mécanique d'évacuation fréquente des déjections qui a fait ses preuves. Il permet de réduire jusqu'à 40% les émissions d'ammoniac et 10% les émissions de méthane au bâtiment. Cependant, cela peut se traduire par une augmentation de la teneur en azote et en carbone des effluents produits engendrant un risque d'accroissement des émissions ultérieures (transfert de pollution vers le stockage et l'épandage). Pour répondre à cette problématique, les pertes gazeuses de quatre filières ont été étudiées : (1) stockage des urines sans couverture de fosse et compostage des fèces « raclage nc », (2) stockage des urines avec couverture de fosse et compostage des fèces « raclage c », (3) méthanisation et stockage du digestat sans couverture de fosse « métha nc », (4) méthanisation et stockage du digestat avec couverture de fosse « métha c ». C'est cette dernière filière qui permet de mieux conserver l'azote et de limiter les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre.

## Introduction

L'agriculture représente 97 % des émissions d'ammoniac en France dont 73 % sont liées à l'élevage (CITEPA, 2014). Pour répondre aux exigences réglementaires françaises et européennes, il est nécessaire de développer des solutions pour réduire les émissions en élevage. Pour les bâtiments porcins, l'évacuation fréquente des déjections avec séparation de phases, appelée « raclage en V », a fait ses preuves : par rapport au stockage des déjections en préfosse, elle permet d'abattre les émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) d'au moins 40 % (Loussouarn et al., 2014) et les émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) de 10 % (Lagadec et al., 2011).

Cependant, une analyse de l'ensemble de la filière de gestion des déjections est nécessaire car la réduction des émissions azotées et carbonées du bâtiment se traduit par une augmentation de la teneur en azote et en carbone des effluents produits. Ceci est susceptible d'accroître les émissions de ces produits lors du stockage. En revanche, si les effluents extraits du bâtiment sont méthanisés, cela favorise la production de méthane, ainsi que le recyclage agronomique de l'azote, comme le montrent Quideau et Lagadec (2013).

Ainsi, cette étude a pour objectif de réaliser un bilan global des émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre pour différents itinéraires de gestion (bâtiment, stockage/compostage ou méthanisation, épandage) des effluents issus de bâtiments avec raclage en V. Les valorisations énergétique et agronomique des produits issus de ce type de bâtiment seront intégrées à l'analyse.



Avec un raclage en V, les urines s'écoulent par gravité vers la partie centrale et sont directement évacuées.

Les fèces restent sur les pentes du fond de fosse et sont sorties du bâtiment avec un racleur.

## Quatre filières de gestion des déjections étudiées

Quatre filières de déjections ont été étudiées (figure 1).

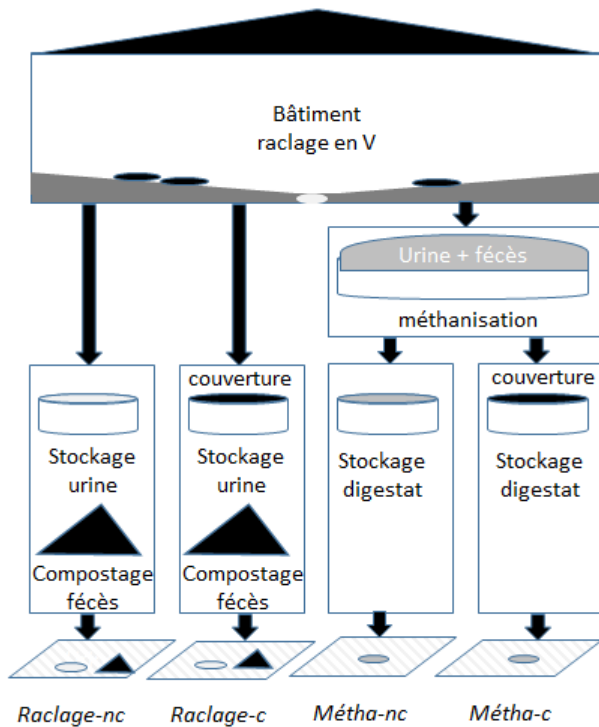


Figure 1 – filières de gestion des déjections étudiées

Dans les filières « Raclage-nc » et « Raclage c » les urines sont stockées et les fèces compostées avant épandage. Dans les deux autres filières, « Métha-nc » et « Métha-c » les effluents sont méthanisés, puis le digestat est stocké dans une fosse couverte (« Métha-c ») ou non couverte (« Métha-nc »), avant d'être épandu comme fertilisant.

Pour chaque filière, les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre ont été analysées au bâtiment, stockage/compostage et à l'épandage. Aussi, l'assimilation de l'azote issu des différents types de déjections par les plantes a été intégrée. Deux bandes de porcs ont été suivies par filière afin de répéter les mesures pour confirmer les résultats obtenus.

## Performances zootechniques des porcs élevés dans la salle d'engraissement équipée d'un raclage en V

Les porcs sont entrés en engraissement en moyenne à  $31,8 \pm 1,2$  kg et sont sortis à  $124 \pm 2$  kg. Les poids de sortie sont élevés en raison d'un contexte d'enlèvement des porcs charcutiers tendu. Le gain moyen quotidien (GMQ) obtenu sur les 4 bandes suivies dans le bâtiment raclage en « V » est en moyenne de  $920 \pm 20$  g/porc.

L'IC moyen est de  $2,68 \pm 0,12$  (Tableau 1).

	Filière « Raclage »		Filière « Métha »	
	Bande 1	Bande 2	Bande 1	Bande 2
Poids entrée (kg)	31,4	32,6	32,9	30,3
Poids sortie (kg)	127	125	122	122
GMQ (g/jour)	922	943	923	894
IC	2,56	2,67	2,66	2,84
Jours de présence	103	96	94	103

Tableau 1 – Performances zootechniques des quatre bandes

## Emissions d'ammoniac du bâtiment équipé d'un raclage en V à l'épandage

Avec un bâtiment équipé d'un raclage en V, les émissions d'ammoniac varient de 0,97 kg à 1,22 kg N-NH<sub>3</sub>/porc (figure 2) du bâtiment jusqu'à épandage.

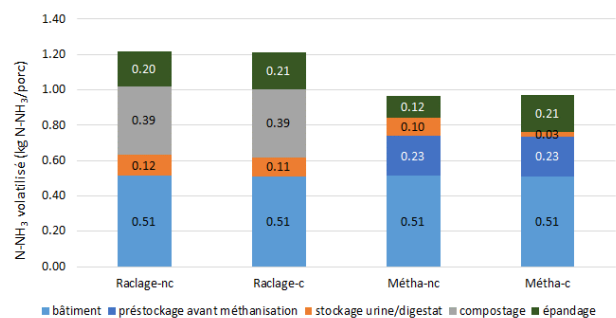


Figure 2 – Emissions d'ammoniac selon la filière de gestion des déjections

Les émissions d'ammoniac mesurées avec la filière « Raclage-nc » (sans couverture de fosse au stockage des urines) s'élèvent à **1,22 kg N-NH<sub>3</sub>/porc** avec respectivement 0,51, 0,12, 0,39 et 0,20 kg N-NH<sub>3</sub>/porc émis au bâtiment, au stockage de la phase liquide, au compostage de la phase solide et à l'épandage de ces produits. Le poste le plus émetteur après le bâtiment est le compostage de la phase solide (0,39 kg N-NH<sub>3</sub>/porc). La mise en place d'un système de traitement de l'air à ce poste pour réduire les émissions d'ammoniac serait une solution.

Avec la filière « Métha-nc » (sans couverture de fosse au stockage du digestat), les émissions d'ammoniac mesurées s'élèvent à **0,97 kg N-NH<sub>3</sub>/porc** avec respectivement 0,51, 0,23, 0,10 et 0,12 kg N-NH<sub>3</sub>/porc émis au bâtiment, au préstockage avant méthanisation, au stockage du digestat et à son épandage. La couverture de fosse (« Métha c ») permet une réduction de 73 % des émissions d'ammoniac au stockage du digestat (0,03 vs 0,10 kg N-NH<sub>3</sub>/porc). Cependant, les émissions à l'épandage du digestat

couvert sont plus élevées que celles à l'épandage du digestat non couvert (0,21 vs 0,12 kg N-NH<sub>3</sub>/porc) montrant ainsi l'intérêt d'étudier les émissions d'ammoniac sur l'ensemble de la filière de gestion des déjections.

La comparaison des différentes filières montre que la filière « Métha » permet de **réduire de 21 % les émissions d'ammoniac** par rapport à la filière « Raclage ». De plus, si en conditions d'élevage le pré-stockage des effluents était limité, cette filière permettrait d'atteindre **une réduction de près de 40 % des émissions d'ammoniac**.

### Comparaison des émissions d'ammoniac entre les filières « lisier stocké » et « raclage en V »

Les émissions d'ammoniac de la filière « Lisier stocké » ont été calculées à partir de références : RMT Elevage et Environnement (2016) et Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage (2010).

Les émissions d'ammoniac totales du bâtiment à l'épandage avec la filière « lisier stocké » s'élèvent à **1,33 kg N-NH<sub>3</sub>/porc** avec respectivement 0,82, 0,20 et 0,31 kg N-NH<sub>3</sub>/porc émis au bâtiment, au stockage et à l'épandage (figure 4). D'après les mesures réalisées dans le cadre de ce projet, on observe une réduction de 8% avec la filière « Raclage » et de 27% avec la filière « Métha ».

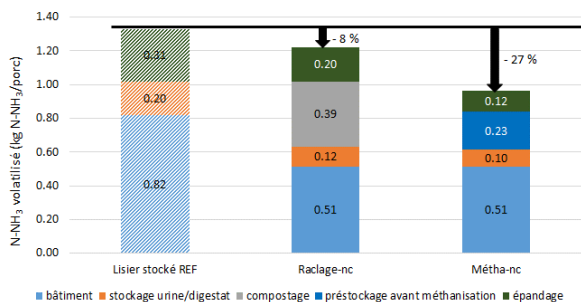


Figure 4 : Comparaison des émissions de NH<sub>3</sub> des filières « Raclage » et « Métha » à celles de la filière « Lisier stocké »

### Emissions de gaz à effet de serre

Du bâtiment à la sortie des effluents avant épandage, les émissions de gaz à effet de serre varient entre 43 et 161 kg eq CO<sub>2</sub>/porc (figure 3). Le poste le plus émetteur est le compostage avec une émission de 82 kg eq CO<sub>2</sub>/porc, principalement sous la forme de N<sub>2</sub>O. Au total, on observe une **réduction d'environ 73 % des émissions de gaz à effet de serre avec la filière "Metha"** en comparaison des filières "raclage".

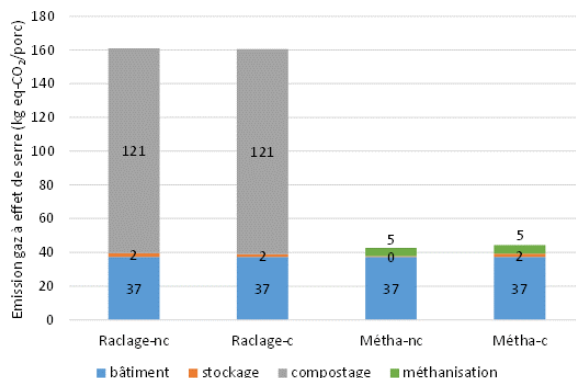


Figure 3: Emissions de gaz à effet de serre (en kg eq-CO<sub>2</sub>/porc) selon la filière de gestion des déjections

Notons que ce bilan n'intègre pas les pertes en eq CO<sub>2</sub> liées au transport des effluents du bâtiment jusqu'au site de méthanisation dans le cas des filières « Métha ».

### Valorisation énergétique

La production de méthane par tonne d'intrants issus du raclage en V, hors dilution, a été de 23,6 m<sup>3</sup> et de 22,9 m<sup>3</sup> pour les deux bandes suivies avec la filière « Métha ».

Les références obtenues à Guernévez sur des lisiers d'engraissement sont variables, allant de 8 à 20 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/tonne d'intrant, et témoignent de la diversité des lisiers qu'on peut rencontrer en élevage (Quideau et Lagadec, 2013).



Photo 1 : Unité de méthanisation à la station de Guernevez

Le meilleur niveau de production de méthane des effluents issus du raclage en V s'explique par deux caractéristiques : une teneur plus élevée en matière organique et une matière organique plus méthanogène. La teneur en matière organique des effluents issus du raclage, hors dilution, est de 68 et 71 kg/tonne pour les deux bandes suivies, soit plus qu'un lisier d'engraissement moyen contenant 40 à 57 kg/tonne de matière organique. Cette matière organique produit entre 320 et 350 m<sup>3</sup> de méthane par tonne de matière organique pour les déjections issues

du raclage, contre 202 à 284 m<sup>3</sup> de méthane par tonne de matière organique pour un lisier d'engraisement moyen. Ceci est vraisemblablement dû au fait que dans les filières lisier avec stockage des effluents dans le bâtiment, une partie du méthane est déjà émise dans le bâtiment ce qui réduit la teneur en MO et le pouvoir méthanogène.

## Valorisation agronomique

- **Valorisation agronomique des urines et du digestat**

Les coefficients d'équivalence azote (KeqN)<sup>2</sup> observés sont très élevés et montrent une bonne efficacité de l'azote (Tableau 2). En effet, l'efficacité des produits testés a été presque équivalente à celle de l'ammonitrate puisque les KeqN sont proches de 1.

	CAU <sup>1</sup>	KeqN <sup>2</sup>
Lisier kgN/t	0,29	0,91
Urine « Raclage-nc » kgN/t	0,46	0,96
Urine « Raclage-c » kgN/t	0,44	0,96
Digestat « Métha-nc » kgN/t	0,58	1,02
Digestat « Métha-c » kgN/t	0,61	1,04

Tableau 2 – Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) et Coefficient d'équivalence azote (KeqN) moyens des produits épandus

On note un coefficient apparent d'utilisation (CAU) plus faible pour le lisier que pour les digestats. Cette différence ne s'explique pas par la composition des digestats, y compris en prenant en compte un éventuel effet pH (de 7,7 à 8,2). Cet effet CAU étant gommé dans l'approche bilan, l'hypothèse d'une minéralisation tardive de la matière organique du lisier ayant moins bénéficié à la plante peut être avancée. Par ailleurs, aucun effet de la couverture de fosse n'est observé sur le CAU et le KeqN.

- **Valorisation agronomique du compost**

L'indice de stabilité de la matière organique (ISMO) moyen des composts (filière « Raclage ») est de 58, proche de celui de composts mûrs. Le taux de minéralisation du carbone montre que les deux composts sont stabilisés en phase de fin de compostage.

La minéralisation de l'azote organique sera faible, après apport au champ, pour ces composts. Le risque de perte d'azote organique à l'épandage et avant enfouissement est donc faible à nul compte tenu de la faible teneur en azote ammoniacal du compost.

## Conclusion

Cette étude a permis de mesurer les émissions azotées et carbonées de différentes filières de gestion des déjections issues d'un bâtiment équipé d'un raclage en V. La filière qui permet de conserver l'azote au mieux est celle qui intègre la méthanisation des effluents produits. En effet, les pertes gazeuses azotées ont principalement lieu lors du compostage alors que pour la filière « Métha », les effluents solides et liquides sont directement transférés dans le méthaniseur (donc non compostés).

Les pertes azotées ont lieu majoritairement sous la forme d'ammoniac, avec des émissions variant de 0,97 à 1,22 kg N-NH<sub>3</sub>/porc en prenant en compte l'ensemble des postes. La filière « Métha » permet une réduction de 21% des émissions d'ammoniac soit 0,25 kg N-NH<sub>3</sub>/porc par rapport à la filière « Raclage-nc ». Cependant, la mise en place d'un système de traitement de l'air aux postes les plus émetteurs (bâtiment et stockage) permettrait de réduire la quantité totale d'ammoniac émise par les filières « Raclage ».

Lors du stockage, la couverture de fosse montre des résultats intéressants sur la réduction des émissions d'ammoniac au stockage du digestat (abattement de 73%).

La comparaison des émissions d'ammoniac avec la filière « lisier stocké » montre qu'on peut atteindre une réduction de 8% avec un bâtiment équipé d'un raclage en V (filière « Raclage ») et de 27% si les effluents sortis du bâtiment équipé d'un raclage en V sont directement méthanisés (filière « Métha »).

Enfin, les émissions de gaz à effet de serre sont nettement diminuées avec les filières « Métha » (43 kg eq-CO<sub>2</sub>/porc) puisqu'une réduction de 73 % a été mesurée par rapport aux filières « Raclage » (161 kg eq CO<sub>2</sub>/porc). L'analyse de la valorisation énergétique montre que la production de méthane avec des effluents issus d'un bâtiment équipé d'un raclage en V s'élève entre 320 et 350 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> par tonne de matière organique soit 38 % de plus qu'avec un lisier stocké. De plus, l'analyse de la valorisation agronomique montre qu'une fraction azotée plus importante pour les digestats que pour le lisier est absorbée par la plante (CAU > 0,58 contre 0,29). Le couplage d'un bâtiment équipé d'un raclage en V et de la méthanisation des produits apparaît alors comme une filière vertueuse pour réduire drastiquement les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre.

<sup>1</sup> Le CAU correspond à la fraction de l'azote total d'un fertilisant (minéral ou organique) qui est absorbée par les plantes jusqu'à la récolte.

<sup>2</sup> Le KeqN est le rapport entre le CAU de l'azote du produit et le CAU de l'azote de l'ammonitrate.

*Evaluation of nitrogen and carbon losses in different manure management chains with V-shaped scraper*

*V-shaped scraper is a mechanical system that evacuates manure more frequently, reducing piggery ammonia emissions by up to 40% and methane emissions by 10%. However, assessing the entire manure management chain is necessary because reduction in nitrogen and carbon emissions from the building results in an increase in nitrogen and carbon contents of the manure and thus the risk of pollution transfer downstream in the chain. The purpose of this study was to measure nitrogen and carbon emissions of different manure management chains from a building equipped with a V-shaped scraper. Depending on the management chain, ammonia emissions (from the building to field spreading) varied from 0.97-1.22 kg N/pig. The manure management system that conserved the most nitrogen included anaerobic digestion of the manure ("Méthà"). This chain also decreased ammonia emissions by 21 % if the stored digestate was covered and greenhouse gas emissions by 73 %, compared to the usual chain with V-shaped scrapers (in which urine was stored and manure composted). In addition, the "Méthà" chain maximized methane production (320-350 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t organic matter) and produced digestate with a high nitrogen fertiliser-use equivalency (0.58). In the chain with V-shaped scrapers, using equipment to reduce ammonia emissions, such as an air scrubber, could reduce emissions from the main emitting locations: the building and solid-phase composting area.*

## Références bibliographiques

CITEPA, 2014. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France. Format SECTEN, 327p.

Guingand N., Dolle J.B., Aubert C., 2010. Guide des Bonnes Pratiques Environnementales d'Elevage. RMT Elevage et Environnement. 303 pp.

Lagadec S., Landrain B., Landrain P., Quillien J-P., Robin P., Hassouna M., 2011. Evaluation zootechnique environnementale, sanitaire et économique des techniques d'évacuation fréquente des déjections en porcherie. Rapport final ADEME n°0974C0184, 57p.

Loussouarn A., Lagadec S., Robin P., Hassouna M., 2014. Raclage en « V » : bilan environnemental et zootechnique lors de sept années de fonctionnement à Guernevez. Journées Rech. Porcine, 46, 199-204.

Quideau P., Lagadec S., 2013. Effets conjugués d'une évacuation rapide des déjections porcines et de leur méthanisation sur le devenir de la matière organique et les émissions de méthane. Journées Rech. Porcine, 45, 129-134.

RMT Elevage et Environnement : Dourmad J.Y., Levasseur P., Daumer M., Hassouna M., Landrain B., Lemaire N., Loussouarn A., Salaun Y., Espagnol E., 2016. Evaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Elevage et Environnement, Paris, 26 p.

Solène Lagadec, Aurore Toudic, Bertrand Decoopman, Sandrine Espagnol, Romain Richard, Mélynda Hassouna, Sophie Genermont, Polina Voylokov, 2019. Evaluation des pertes d'azote et de carbone des filières de gestion de déjections porcines associées au raclage en V. Chambres d'agriculture de Bretagne, 5 pages.

### CONTACTS

Solène Lagadec

Mail : [solene.lagadec@bretagne.chambagri.fr](mailto:solene.lagadec@bretagne.chambagri.fr)

Chambres d'Agriculture de Bretagne

## PARTENAIRES FINANCIERS

Cette étude a été réalisée avec la contribution financière du Conseil Régional de Bretagne et de l'ADEME (convention n°15-60-C0037).

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Energie

