

Raclage en « V » : bilan environnemental et zootechnique lors de sept années de fonctionnement à Guernévez

Aurore LOUSSOUARN (1), Solène LAGADEC (1), Paul ROBIN (2), Mélynda HASSOUNA (2)

(1) Chambre d'agriculture de Bretagne, Rond point Maurice Le Lannou, F-35042 Rennes Cedex

(2) INRA, UMR Sol-Agronomie-Spatialisation, 65 rue de St Brieuc, F-35042 Cedex

Aurore.loussouarn@bretagne.chambagri.fr

Avec la collaboration de Paul Landrain, Marc Toudic et Philippe Coantic

Raclage en V : bilan environnemental et zootechnique lors de sept années de fonctionnement à la station de Guernévez

Une porcherie d'engraissement, équipée de raclage en « V » sous caillebotis intégral, a été construite à la station porcine de Guernévez en 2006. Depuis cette date, le procédé a fait l'objet d'évaluations quasi-continues. La présente étude synthétise les données acquises sur les sept années de fonctionnement, en analysant l'évolution de l'efficacité du procédé dans le temps, ainsi que l'effet de la fréquence de raclage et de la saisonnalité.

Douze bandes de porcs ont fait l'objet d'un suivi. Au cours du temps, la séparation de phases reste performante : en moyenne la fraction solide représente 37% de la masse des déjections, et concentre 58% de l'azote, 88% du phosphore et 48% du potassium excrétés. La faible variabilité des résultats confirme la fiabilité et la robustesse du procédé dans le temps. Le comptage des toux et éternuements ne permet pas distinguer le bâtiment avec raclage en V par rapport au bâtiment avec stockage du lisier. En revanche, la notation des poumons à l'abattoir est favorable au système de raclage (0,70 vs 1,77/28, $P > 0,001$). L'amélioration des performances zootechniques, constatée lors de la mise en route du bâtiment, se confirme dans le temps. L'écart est de l'ordre de -0,2 point d'indice de consommation et +70 g/j de GMQ en raclage en « V » par rapport au lisier stocké. A condition de respecter une fréquence de raclage de 13 fois par jour en fin d'engraissement, les émissions d'ammoniac sont de $4,5 \pm 1,7$ g par porc et par jour, ce qui représente une réduction d'au moins 40% des émissions par rapport aux salles conduites sur lisier stocké dans le même élevage.

V-shaped scraper: environmental and technical assessment for seven years in the Guernévez experimental farm

A fattening piggery equipped with a V-shaped scraper under slat was built in 2006, in the Guernévez experimental swine station. Since that time, this process has been continuously subjected to monitoring and assessment. The aim of this study is to summarize the data obtained over seven years, and to analyze how the efficiency of the process has evolved over time, as well as the incidence of scraping frequency and season.

Twelve groups of pigs were studied. Liquid/solid separation was efficient, with a solid fraction corresponding to 37 % of the total mass of excrement. The solid fraction concentrated 58% of the nitrogen, 88% of the phosphorus, and 48% of the potassium. The low variability of these results confirms the reliability and the sturdiness of the process over time. Cough and sneeze counting did not make it possible to distinguish V-shape scraper from manure storage. However, the notation of pneumonia is in favor of the V-shaped scraper (0.70 against 1.77/28, $P < 0,001$). The improvement of productive performance, observed at the beginning of experimentation was also confirmed. The difference was close to -0.20 kg/kg for feed conversion ratio, and +70 g/d for growth rate, when compared to slurry storage in the room. With a scraping frequency of 13 times per day at the end of fattening period, ammonia emission reached 4.5 ± 1.7 g per pig and per day i.e. an ammonia emission reduction of at least 40% when compared to housing with storage of manure in the building, in the same farm.

INTRODUCTION

En France, le caillebotis est utilisé dans 95% des élevages de porcs. Avec ce mode de logement, les déjections des animaux passent à travers le sol ajouré et sont soit stockées en préfosse durant toute la durée de présence des animaux, soit évacuées fréquemment.

L'évacuation fréquente des déjections des porcheries présente plusieurs intérêts par rapport au stockage prolongé des déjections en préfosse : limiter la formation des gaz et des odeurs par la réduction du temps de présence des déjections dans le bâtiment (Guingand, 2000), améliorer les conditions sanitaires d'ambiance de l'élevage (Madec, 1990), voire les performances zootechniques des porcs en croissance (Landrain *et al.*, 2009).

L'adjonction, à l'évacuation fréquente des déjections, d'une séparation de phases précoce, permet une réduction encore plus importante de la volatilisation de l'ammoniac. En effet, cela limite la réaction d'hydrolyse de l'urée en ammoniac et en dioxyde de carbone en présence d'eau sous l'effet catalytique de l'uréase (Aarninck, 1997).

Ce système d'évacuation mécanique, appelé raclage en « V », est testé à la station expérimentale de Guernévez depuis 2006. Les premiers résultats (Landrain *et al.*, 2009) montraient une diminution des rejets en ammoniac du bâtiment de l'ordre de 50% et une séparation de phase permettant de concentrer 55% de l'azote et 91% du phosphore dans la phase solide. Pour que le raclage en V soit pleinement reconnu et bénéficie de la confiance des éleveurs, il devait faire ses preuves dans le temps et montrer une stabilité des résultats. L'objectif de cette communication est de présenter l'évolution des performances zootechniques, sanitaires et environnementales du raclage en « V » observées au cours de 7 années de fonctionnement.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Bâtiment et équipement

L'étude s'est déroulée à la station expérimentale porcine de Guernévez, située à Saint Goazec dans le Finistère. La porcherie d'engraissement équipée du système de raclage en « V » compte 5 cases de 12 places. Le sol du bâtiment est en caillebotis intégral. La préfosse est constituée de deux couloirs de raclage de 2 m de large et de 11,65 m de long. Le fond de fosse est en béton préfabriqué. Il est installé sur des longrines permettant une pente longitudinale de 1%. Les pentes transversales sont de 8%. Une fente de 0,5 cm de large permet l'évacuation des urines via un collecteur situé au centre de chaque couloir de raclage. Les fèces sont évacuées par le racleur en « V » qui épouse la forme du fond de fosse. Ce racleur est en acier inoxydable. Il est tiré en partie centrale par un câble de 8 mm de diamètre. Un obus présent dans le caniveau central permet de pousser les urines à chaque vidange. Il est relié au racleur par une lame en inox qui permet de décolmater la fente du caniveau à chaque passage.

La porcherie est ventilée mécaniquement en surpression, avec une entrée d'air par plafond diffuseur en aluminium perforé et laine de verre. La sortie d'air est localisée sous les caillebotis, à l'extrémité du couloir de raclage, par l'ouverture qui permet également l'évacuation des déjections tirées par le racleur. Les porcs sont engraisés de 30 à 115 kg environ. Ils sont alimentés en soupe selon un régime de type biphasé et sont rationnés en fin d'engraissement.

1.2. Plan expérimental

19 lots de porcs à l'engrais ont fait l'objet d'un suivi de précision dans le bâtiment sur raclage en « V », entre 2006 et 2013.

1.2.1 Suivi zootechnique

Les performances zootechniques des 19 lots étudiés ont été enregistrées. Les critères analysés sont le gain moyen quotidien (GMQ), l'indice de consommation (IC), le pourcentage de pertes (%) et la teneur en muscle des pièces (TMP).

Pour calculer le GMQ et l'IC, les aliments consommés (croissance et finition) ont été enregistrés ainsi que les poids des animaux en début et en fin de bande. Les pertes animales ont été notées, avec la date, la cause de la mort et le poids de l'animal. Afin de permettre la comparaison des performances, GMQ et IC ont été standardisés pour des animaux entrant à 30 kg et abattus à 115 kg (Aubry *et al.*, 2004). Enfin, les bordereaux d'abattage ont permis d'avoir les données de composition corporelle (TMP).

1.2.2 Suivi sanitaire

Une évaluation des indicateurs respiratoires a été réalisée sur 8 lots (bandes 3, 5, 6, 7, 8, 14, 15 et 16). Un comptage des toux et des éternuements a été réalisé à trois reprises pendant l'engraissement. Chaque comptage a une durée totale de six minutes (3 fois 2 minutes) et se réalise une à deux heures après le repas (Madec *et al.*, 1990). Le nombre de toux et éternuements comptés est rapporté au nombre de porcs présents dans la salle.

Une notation des lésions de pneumonie a également été réalisée pour l'ensemble des charcutiers abattus. Pour chaque bande, les porcs partent à l'abattoir en trois départs, à quinze jours d'intervalle. Pour chacun des sept lobes pulmonaires, une note de 0 à 4 a été attribuée selon la présence ou non de lésions et leur taille. Une note globale sur 28 est ensuite calculée pour chaque poumon selon la méthode de notation de l'ANSES.

1.2.3 Evaluation de la séparation de phases

La quantité de déjections liquides et solides produites a été mesurée pour 14 lots (bandes 1 à 8 et 14 à 19). Pour les bandes 1 à 8, la collecte des effluents est réalisée sur 4 périodes de 14 jours, réparties sur la durée de présence des animaux. Pour les bandes 14 à 19, la collecte des déjections est réalisée pendant toute la durée d'engraissement.

Les urines sont collectées dans une cuve graduée de 1000 litres, équipée d'un système de brassage. A chaque vidange, le volume de liquide est noté et un échantillon est prélevé pour analyse.

Les déjections solides sont collectées dans un convoyeur commun aux deux couloirs de raclage. Le convoyeur déverse le solide dans un bac qui est vidé plusieurs fois par bande. A chaque vidange, le bac est pesé plein puis vide, plusieurs prélèvements sont réalisés. Ces derniers sont mélangés, puis un échantillon final est obtenu selon la méthode d'échantillonnage par division.

Un bilan massique a été réalisé afin d'établir l'efficacité de séparation des différents éléments entre les fractions liquide et solide. Ces résultats servent également à la vérification des bilans par élément pour valider l'échantillonnage, mesure et protocole.

1.2.4 Mesure des émissions gazeuses

Le suivi des concentrations gazeuses a été réalisé pour neuf lots (bandes 3 à 8 et 14 à 16). Les concentrations gazeuses en ammoniac (NH₃), protoxyde d'azote (N₂O), dioxyde de carbone (CO₂) et eau (H₂O) sont mesurées dans la salle et à l'extérieur du bâtiment toutes les 12 minutes, à l'aide d'un analyseur de gaz photo-acoustique à infrarouge INNOVA 1412. Le point de prélèvement a été choisi de façon à ce que l'air prélevé soit représentatif de l'air extrait. En l'absence de gaine d'extraction, il ne peut être situé sous les caillebotis à l'extrémité du couloir de raclage. Différents tests ont donc été réalisés à l'aide de tubes colorimétriques à ammoniac pour choisir ce point de prélèvement. Le point retenu se situe à 2 mètres de hauteur, au milieu de la salle.

Pour les bandes 3 à 8, l'analyse des concentrations de gaz et des émissions est réalisée par périodes de 14 jours : de 7 à 21 jours d'engraissement, de 28 à 42 jours, de 56 à 70 jours et de 84 à 98 jours. Pour les bandes 14 à 16, l'analyse des concentrations de gaz et des émissions est réalisée sur toute la durée de l'engraissement.

Pour les bandes 3 à 8, la fréquence de raclage a été progressivement augmentée, de 3 fois par jour en début d'engraissement, à 13 fois par jour en fin d'engraissement, à raison d'un raclage supplémentaire par semaine. Pour mesurer l'incidence de la fréquence de raclage, elle a été réduite à 4 raclages par jour pour toute la durée de l'engraissement lors du suivi de la bande 14, et à 6 raclages par jour pour la bande 15. La bande 16 a été de nouveau à la fréquence de raclage de référence de 3 à 13 raclages par jour.

Les émissions de chaque gaz sont calculées à partir des gradients de concentrations de gaz (en mg/m³) et des débits d'air dans les salles (m³/h/porc). Les gradients des concentrations correspondent à la différence entre les concentrations mesurées sur l'air ambiant et sur l'air neuf. Pour l'ensemble des bandes étudiées, le débit de ventilation est estimé à partir du bilan eau ou CO₂. En effet, la ventilation étant en surpression, une mesure directe du débit de ventilation n'est pas réalisable.

L'utilisation du bilan d'eau permet de calculer le débit de ventilation à partir de la différence de teneur en eau entre l'air intérieur et extérieur. La vapeur d'eau produite par les porcs est estimée à partir des équations du CIGR (1984). L'hygrométrie et la température de l'air entrant dans la porcherie et de l'air ambiant sont mesurées en continu. Pour le calcul du débit de ventilation à partir du bilan CO₂, le principe est de supposer que la ventilation explique la relation entre la production et le gradient de CO₂. On en déduit que le taux de ventilation est égal au rapport du gradient de CO₂ par la production théorique de CO₂ sortant de la ventilation (Robin *et al.*, 2010).

Pour chaque bande, on obtient les émissions cumulées correspondant aux émissions totales émises durant toute la période de mesure. Cela nous permet ensuite de déterminer les facteurs d'émissions (en g/porc/jour) en divisant le total des émissions cumulées de chaque gaz par le nombre de porcs présents et la durée de la période (en jours).

1.2.5 Validation des émissions gazeuses mesurées

La validation des mesures est réalisée en deux étapes. Une première étape consiste à réaliser des bilans de masse sur l'azote et l'eau pour calculer les pertes par volatilisation. Réalisés pour chaque période de mesure, ils correspondent à la comparaison des entrées et des sorties d'azote et d'eau.

La différence (défaut de bilan de masse) correspond aux quantités de N ou H₂O volatilisées, respectivement, sous forme d'ammoniac (NH₃) et de protoxyde d'azote (N₂O) pour l'azote et de vapeur d'eau.

Ces bilans sur l'azote et l'eau sont validés, à leur tour, par le bilan de masse en phosphore qui est un élément non volatil. En effet, l'écart entre le phosphore «sortant» (rejeté et retenu par les animaux en fin de période) et le phosphore «entrant» (ingéré et contenu par les animaux en début de période) doit être nul.

Néanmoins, le phosphore sédimente dans les effluents. La mesure de sa teneur dépend de la qualité de l'échantillonnage et de l'incertitude liée aux analyses de laboratoire. Un écart de 10% entre le phosphore entrant et sortant est toléré pour valider le calcul du bilan de masse.

Si le bilan en phosphore est correct, les quantités d'azote et d'eau volatilisées (défauts du bilan de masse) sont alors validées. Ces dernières doivent en principe correspondre aux émissions mesurées :

- Emissions cumulées N-NH₃ + N-N₂O = N volatilisé
- Emission cumulée H₂O = H₂O volatilisé

La seconde étape consiste donc à comparer les pertes volatilisées (défaut de bilan de masse) avec les émissions mesurées au moyen de l'analyseur de gaz. Un écart de moins de 30% entre ces deux valeurs permet de valider les données.

1.3. Analyse des résultats

Pour chaque critère analysé, les résultats zootechniques obtenus dans le bâtiment raclage en « V » sont moyennés par bande, puis par année, et comparés aux résultats obtenus sur la même période en bâtiment avec stockage de lisier de la station de Guernévez, et si possible aux résultats GTE Porc de Bretagne (référence BZH).

L'effet du système de gestion des déjections (raclage en « V » ou lisier stocké) sur les performances zootechniques est étudié en mettant en œuvre un modèle d'analyse de variance à un facteur (ANOVA) sous le logiciel statistique R. Ce modèle a également été utilisé pour mesurer l'effet de la saison sur les performances obtenues en bâtiment raclage.

L'effet de la fréquence de raclage sur les émissions gazeuses ne sera pas traité statistiquement puisque deux bandes seulement ont été concernées par une fréquence moindre. Les facteurs d'émission avec raclage en « V » seront comparés au facteur d'émission de référence calculé à partir des données du CORPEN (CORPEN, 2003) et au facteur d'émission mesuré à la station de Guernevez sur lisier stocké (Lagadec *et al.*, 2011).

L'effet seul du mode de gestion des déjections (raclage en « V » vs stockage du lisier) est difficile à isoler.

La génétique des animaux, les plans d'alimentations, le statut sanitaire des stades précédents (maternité, post-sevrage) sont les mêmes pour tous les engraissements de la station, mais les modes d'alimentation (sec/soupe) et les procédés de ventilation des salles peuvent être différents. Toutefois, nous obtenons des références pour le système de raclage en « V ». Les comparaisons avec le stockage de lisier nous permettent de définir des tendances, et c'est également l'évolution dans le temps qui doit être retenue.

L'observation des résultats sur plusieurs années permet également d'écarter l'effet du « bâtiment neuf » sur les performances observées.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

Le GMQ moyen obtenu sur les 19 bandes suivies dans le bâtiment raclage en « V » est de 854 ± 68 g/porc contre 782 ± 53 g/porc en bâtiments avec stockage du lisier. L'IC moyen est de $2,61 \pm 0,14$ en raclage en « V » contre $2,85 \pm 0,26$ en lisier stocké.

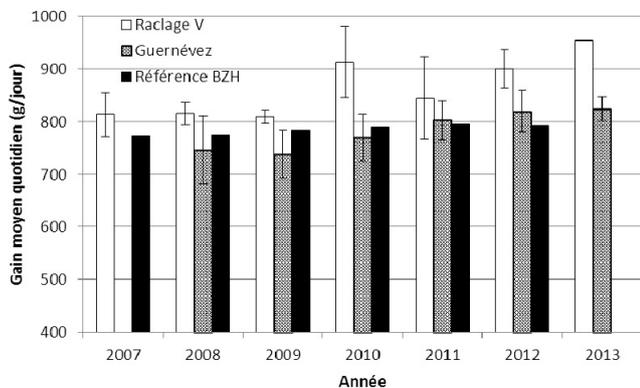


Figure 1 – Evolution du GMQ entre 2007 et 2013 (une seule bande en 2013)

Le GMQ dans le bâtiment avec raclage en « V » est, en moyenne, de 9% supérieur à celui mesuré dans la station en lisier stocké, et l'IC est de 8% inférieur (Tableau 1). Ces différences sont statistiquement significatives ($P < 0,001$). Elles se sont maintenues au cours des 7 années de suivi, malgré une amélioration notable des performances générales de la station au cours de la même période (Figures 1 et 2). Cette évolution peut également être comparée à la référence GTE Porc de Bretagne (référence BZH).

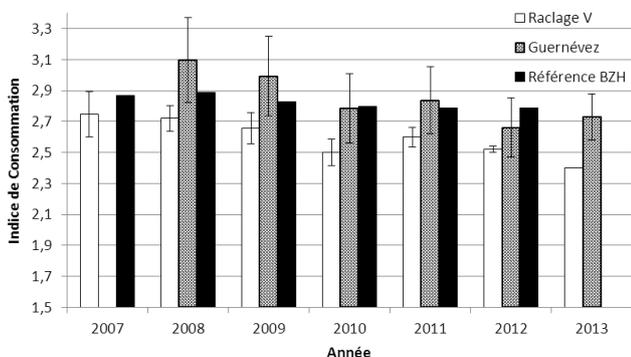


Figure 2 – Evolution de l'indice de consommation entre 2007 et 2013 (une seule bande en 2013)

Tableau 1– Comparaison des performances animales en raclage en « V » et en lisier stocké à Guernévez

Critère	Raclage en « V »	Lisier stocké	Nb bandes	P ⁽¹⁾
GMQ (g/j)	854 ± 58	782 ± 53	14	***
IC (kg/kg)	$2,61 \pm 0,14$	$2,85 \pm 0,26$	14	***
TMP (kg/100 kg)	$59,9 \pm 0,7$	$60,8 \pm 0,5$	14	***
% pertes	$3,1 \pm 3,1$	$3,8 \pm 1,8$	14	
Note pneumonie (sur 28)	$0,70 \pm 0,17$	$1,77 \pm 0,51$	6	***
Toux et éternuements	$9,7 \pm 6,8$	$10,5 \pm 5,2$	8	

⁽¹⁾ Différence statistiquement significative ($P < 0,001$).

2.2. Indicateurs respiratoires

Le comptage des toux et éternuements ne permet pas de différencier le mode de gestion des déjections dans la porcherie ($9,7 \pm 6,8$ en raclage en « V » contre $10,5 \pm 5,2$ en lisier stocké). En revanche, la note de pneumonie, mesurée sur six bandes, entre 2008 et 2012, est en moyenne de $0,70 \pm 0,17/28$, contre $1,77 \pm 0,5/28$ en lisier stocké, cette différence est significative ($P < 0,001$). Ce critère témoigne de l'intérêt sanitaire du raclage en « V ». Même après six ans de fonctionnement, la différence est toujours observée.

2.3. Séparation de phases

Les quantités de déjections produites, en moyenne sur toute la période d'engraissement, sont respectivement de $2,5 \pm 0,4$ kg d'urine/porc/jour et $1,3 \pm 0,2$ kg de fèces/porc/j (moyenne de 14 bandes suivies).

Les fractions liquide et solide représentent respectivement, en moyenne, $63,3 \% \pm 5 \%$ et $36,7 \% \pm 5 \%$ de la masse. Le suivi réalisé permet de mettre en évidence la faible variabilité de la répartition des éléments autour de la moyenne. La fraction liquide contient $42,1 \% \pm 4,1 \%$ de l'azote total, $11,9 \% \pm 2,9 \%$ du phosphore, et $52,3 \% \pm 4,0 \%$ du potassium. Par conséquent, la fraction solide contient $57,9 \% \pm 4,1 \%$ de l'azote total, $88,1 \% \pm 2,9 \%$ du phosphore, et $47,7 \% \pm 4,0 \%$ du potassium. La séparation de phases a donc l'avantage de concentrer le phosphore et l'azote organique dans la fraction solide des déjections, ce qui est un atout dans une perspective d'exportation des nutriments hors de l'exploitation.

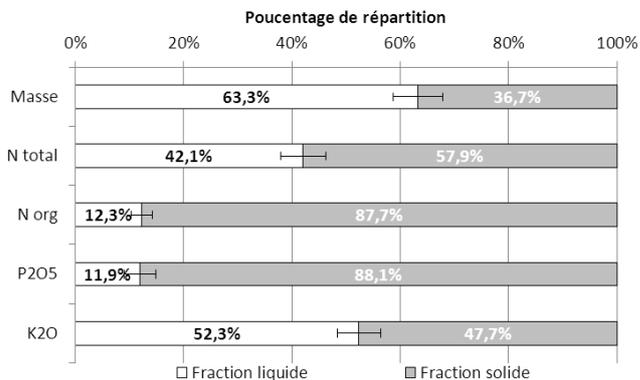


Figure 3 – Performances de séparation de phases (moyenne sur 14 bandes, la barre horizontale représente l'écart-type)

La composition moyenne des urines et des fèces est précisée dans le Tableau 3. La fraction solide contient en moyenne $28,1 \pm 1,9 \%$ de matière sèche. 80 % de l'azote sont sous forme organique dans la fraction solide.

A l'inverse, 84 % de l'azote sont sous forme ammoniacale dans la fraction liquide (Tableau 2).

Aucun effet de la saison n'est observé sur la qualité de la séparation de phases, ni sur la composition des urines et des fèces. En revanche, en période de croissance, les déjections solides sont moins moulées et plus humides qu'en phase de finition, mais cela a peu d'influence sur l'efficacité de séparation de phases.

2.4. Bilan azoté

Un bilan azoté sur toute la période d'engraissement a été réalisé pour 4 bandes suivies entre 2010 et 2013 avec une fréquence de 3 à 13 raclages par jour. Le bilan azoté moyen est présenté dans la Figure 4 et comparé à un bilan de référence

calculé à partir des données du CORPEN 2003 et des données GTT-GTTT Bretagne 2012.

Les résultats montrent qu'avec le système raclage en « V », pour une fréquence de raclage allant jusqu'à 13 fois par jour en fin d'engraissement, en moyenne, 17% de l'azote excrété sont volatilisés sous forme d'ammoniac.

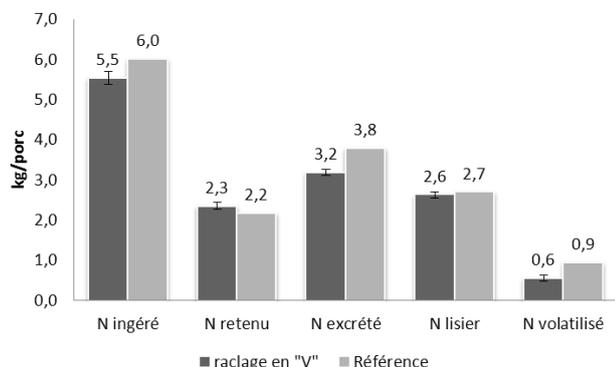


Figure 4 - Comparaison entre le bilan azoté moyen avec raclage en « V » et celui de référence (CORPEN, 2003)

2.5. Emissions gazeuses

Les émissions gazeuses mesurées pour les bandes 7, 8 et 16 n'ont pas été validées par les bilans de masse. Les résultats de ces bandes sur les émissions de gaz ne sont pas pris en compte dans l'analyse. Pour les bandes 7 et 8, le défaut de bilan phosphore est supérieur à 10% avec respectivement 23% et 20% d'écart entre le phosphore entrant et sortant. Pour la bande 16, les émissions totales azotées ont un écart de 47% avec les pertes azotées mesurées par le bilan de masse (tableau 3).

Le Tableau 4 présente les résultats des concentrations et émissions en ammoniac et protoxyde d'azote des suivis réalisés. Seules les données validées par les bilans de masse et obtenues avec une fréquence de raclage était de 3 à 13 raclages par jour sont présentées dans ce tableau (bandes 3, 4, 5 et 6). Les concentrations moyennes en ammoniac et protoxyde d'azote mesurées dans le bâtiment avec raclage en

« V » ont été respectivement de $12,9 \pm 1,6$ ppm et de $0,8 \pm 0,2$ ppm. Les émissions d'ammoniac moyennes sont de $4,5 \pm 1,7$ g/porc/jour. On observe également que les émissions moyennes par période n'augmentent pas au cours de l'engraissement (tableau 3). Ce résultat s'explique par la séparation précoce des urines et fèces, qui est réalisée par le même procédé sur toute la durée de l'engraissement.

Le test de la fréquence de raclage a montré des émissions plus élevées avec une fréquence fixée à 4 raclages par jour sur toute la durée d'engraissement (Figure 5) par rapport à une fréquence de 3 à 13 fois par jour. Pour éviter la formation de l'ammoniac et réduire les émissions vers l'extérieur avec ce système, il est nécessaire d'adapter la fréquence de raclage à l'âge des animaux. Cependant, le débit de ventilation de la bande avec 4 raclages constants par jour (bande 14) était plus élevé que celui avec 6 raclages constants par jour ($36,4$ vs $19,4$ m³/h/porc) (bande 15).

L'ammoniac étant une molécule influencée par la vitesse d'air, des tests complémentaires seraient nécessaires pour confirmer ces premiers résultats.

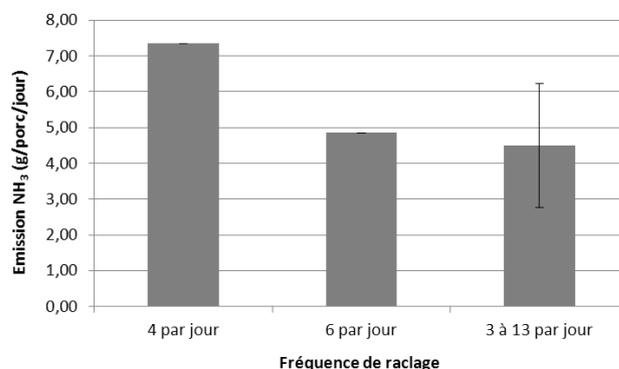


Figure 5 - Effet de la fréquence de raclage sur les émissions d'ammoniac

Les émissions de protoxyde d'azote restent très faibles, inférieures à 1 g/porc/jour.

Aucun effet de la saison n'est observé sur les émissions en ammoniac et protoxyde d'azote mesurées dans la salle.

Tableau 2 – Composition chimique des urines et des fèces (résultats obtenus en moyenne sur toute la durée de l'engraissement)

Critère	Qté produite	Mat. sèche	Mat. min.	Mat. org.	N tot.	N-NH ₃	N org.	P ₂ O ₅	K ₂ O	C org.	Rapport C/N	Cuivre	Zinc
Unité	Kg/porc/j	%	%	%	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	%		mg/kg MS	
Urines	2,5	2,3	1,0	1,3	4,9	4,1	0,79	0,77	3,5	0,73	1,5	63	360
Coef. var.	11%	11%	9%	14%	10%	10%	20%	25%	9%	12%	14%	25%	32%
Fèces	1,3	28,1	4,5	23,6	12,3	2,5	9,9	10,0	5,9	12,4	10,0	110	640
Coef. var.	16%	7%	17%	7%	10%	26%	11%	7%	9%	8%	7%	13%	19%

Tableau 3 – Validation des émissions gazeuses calculées par bilan de masse

Bande	3	4	5	6	7	8	14	15	16
Ecart pertes azotées (validé si < 30%)	+1%	-4%	+12%	+11%	+12%	+23%	-2%	-29%	-47%
Ecart phosphore (validé si < 10%)	-8%	-5%	-1%	-9%	-23%	+20%	-6%	+7%	+6%
Validation des émissions gazeuses calculées	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui	non
Fréquence de raclage (nombre par jour)	3 à 13						4	6	3 à 13

Tableau 4 - Concentrations et émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote dans le bâtiment raclage en « V » avec une fréquence de 3 à 13 raclages par jour (moyenne des bandes 3, 4, 5 et 6)

Age à l'engraissement	7 à 21 jours	28 à 42 jours	56 à 70 jours	84 à 98 jours	Moyenne
Concentration NH ₃ (ppm)	9,7 ± 4,1	15,6 ± 0,4	12,7 ± 1,6	13,6 ± 0,3	12,9 ± 1,6
Concentration N ₂ O (ppm)	0,7 ± 0,5	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,3	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,2
Emission NH ₃ (g/porc/jour)	2,6 ± 1,3	4,8 ± 1,4	4,4 ± 1,9	6,2 ± 2,4	4,5 ± 1,7
Emission N ₂ O (g/porc/jour)	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,9 ± 0,4	0,6 ± 0,2

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus sur les premières bandes en engraissement dans le bâtiment équipé du raclage en « V » étaient très prometteurs. Les données collectées depuis 2006 jusqu'en 2013 ont conforté ces résultats et témoignent de la robustesse du procédé dans le temps.

La notation des poumons à l'abattoir met en avant le statut sanitaire amélioré du bâtiment, qui dépasse le simple effet du bâtiment neuf. Les performances techniques globales de la station de Guernévez, tout système confondu, se sont améliorées ces dernières années. Cette progression s'est aussi observée dans le bâtiment sur raclage en « V ». La différence entre les systèmes s'est maintenue dans le temps : en moyenne -0,2 point d'indice et +70 g de GMQ par jour en raclage en « V » par rapport aux bâtiments sur lisier stocké.

Une fréquence de raclage allant jusqu'à 13 fois par jour en fin d'engraissement semble optimale pour assurer une diminution des émissions d'ammoniac. En effet, les émissions moyennes mesurées avec cette fréquence de raclage sont de 4,5 g/porc/jour. D'après le CORPEN (2003), en bâtiment 25% de l'azote excrété est volatilisé sous forme d'ammoniac avec un système de stockage du lisier en préfosse. Cela correspond à un facteur d'émission de 10,4 g/porc/jour.

En comparant cette référence au facteur d'émission obtenu avec le système raclage en « V », on obtient une réduction de 56% des émissions d'ammoniac. Par ailleurs, d'après Lagadec *et al.* (2011), le facteur d'émission d'un bâtiment sur lisier

stocké à la station de Guernévez est de 7,4 g/porc/jour. Ainsi, lorsque l'on compare les résultats obtenus avec le système raclage en « V » aux émissions mesurées à la station de Guernévez, la réduction des émissions d'ammoniac est de 40%.

On peut ainsi conclure que le système raclage en « V » permet une réduction des émissions d'ammoniac d'au moins 40 % par rapport à un système avec lisier stocké. En conséquence, la réduction des émissions azotées sous forme gazeuse peut se traduire par une augmentation de la quantité d'azote à gérer dans les effluents. A l'inverse, l'amélioration des performances animales, et notamment la diminution de l'indice de consommation se traduirait par une réduction des rejets d'azote, de phosphore et de potassium dans les déjections.

Finalement, la faible variabilité des résultats de séparation de phases confirme la fiabilité du procédé sur le long terme : concentration dans les déjections solides de 88 % du phosphore, 58 % de l'azote et 48 % du potassium.

Après 7 années de fonctionnement, l'équipement de raclage donne toujours satisfaction. Le fond de préfosse est un béton préfabriqué qui résiste au passage fréquent du racleur. La qualité de cet équipement nous paraît essentielle pour garantir le maintien des résultats dans le temps (caractéristiques chimiques et densité du béton, régularité des arêtes, pose des équipements). Les racleurs n'ont pas été remplacés depuis le démarrage du bâtiment.... Seuls les câbles en inox ont dû être changés au bout de deux années, mais des câbles en polymères qui résisteraient mieux à la traction et aux enroulements répétés sont désormais disponibles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aarnink, A.J.A. 1997. Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour. Thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 175 p.
- Aubry A., Quiniou N., Le Cozler Y., Querné M., 2004. Modélisation de la croissance et de la consommation d'aliment des porcs de la naissance à l'abattage : actualisation des coefficients appliqués aux critères standardisés de performances en Gestion Technico-Économique. Journées Rech. Porcine, 36, 429-432
- COEPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium – cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. Juin 2003. 41 p.
- Guingand N., 2000. Influence de la vidange des préfosses sur l'émission d'ammoniac et d'odeurs par les porcheries d'engraissement Résultats préliminaires. Journées Rech. Porcine, 32, 83-88.
- 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.
- Landrain B., Ramonet Y., Quillien J.P., Robin P., 2009. Incidence de la mise en place d'un système de raclage en « V »® en préfosse dans une porcherie d'engraissement sur caillebotis intégral. Journées Rech. Porcine, 41, 259-264.
- Landrain B., Ramonet Y., Corouge A., Robin P., 2010. Performances zootechniques et émissions gazeuses de quatre porcheries sans lisier. Journées Recherche Porcine, 42, 299-300.
- Madec F., Tillon J. P., Paboeuf F., 1990. Evaluation quantitative du niveau sanitaire des élevages porcins de sélection et de multiplication : les bilans sanitaires approfondis. Journées Rech. Porcine en France, 22, 297-306.