

Incidence de la mise en place d'un système de raclage en «V»[®] en préfosse dans une porcherie d'engraissement sur caillebotis intégral sur les performances zootechniques et les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote

Brigitte LANDRAIN (1), Yannick RAMONET (1), Jean-Pierre QUILLIEN (1), Paul ROBIN (2)

(1) Chambres 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 Rennes Cedex

brigitte.landrain@finistere.chambagri.fr

Avec la collaboration technique de Yannick Moysan (1), Raymond Derrien (1), Paul Landrain (1) et Marcel Mérour (1)

Incidence de la mise en place d'un système de raclage en «V»[®] en préfosse dans une porcherie d'engraissement sur caillebotis intégral sur les performances zootechniques et les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote

Cinq bandes de porcs ont été suivies dans un bâtiment d'engraissement avec raclage en «V»[®] sous caillebotis intégral à la station expérimentale porcine de Guernevez. Les résultats sont comparés à ceux obtenus pour les mêmes périodes dans des bâtiments avec lisier stocké. Les performances de croissance et d'indice de consommation des porcs diffèrent significativement entre les deux systèmes ($p < 0,05$). Un comptage des toux et éternuements conclue à une absence de différences sur ce critère. La notation des poumons réalisée sur une bande de porcs est très favorable au système de raclage en «V»[®] (0,76/28 contre 5,07, $p < 0,001$). L'analyse des émissions gazeuses a été réalisée sur 9 périodes de 14 jours chacune dans le bâtiment raclé en début, milieu et fin d'engraissement. Dans le même temps, des périodes identiques dans des bâtiments en lisier stocké sont mis en comparaison. La diminution observée des émissions de gaz à la sortie du bâtiment raclé comparativement aux bâtiments en lisier stocké est en moyenne de 54 % pour l'ammoniac et de 49 % pour le protoxyde d'azote. La séparation de phases permise par le système de raclage en «V»[®] est très efficace avec 38 % des déjections récupérées sous forme d'un solide à un taux de matière sèche de 29 %. Ce solide contient 55 % de l'azote et 91 % du phosphore rejeté par les porcs.

Impact of the installation of a V-shaped scraper under slats in a fattening piggery on performances and on ammonia and nitrous oxide emissions

Five pigs groups were studied in a fattening piggery equipped with a V-shaped scraper under slat in the Guernevez experimental swine station. Results are compared at the same periods with these obtained in piggery with stocked manure. Growth performance and food efficiency show a significant effect of the type of piggery ($p < 0,05$). A count of cough and sneeze concluded at no effect of the type of piggery. A notation of pneumonia is realised on one group. The note is in the favour of the V-shaped scraper (0,76/28 against 5,07, $p < 0,001$). The gas emission analyses are realised on 9 periods of 14 days in the V-shaped scraper piggery at the beginning, the middle and the end of the fattening period. In the same time, equal periods in piggeries with stocked manure are compared. The ammonia emissions in the air outdoor the V-shaped scraper piggery are reduced by 54% and the nitrous oxide emissions are reduced by 49%. The urine-feces separation of the V-shaped scraper is very efficient with a solid fraction corresponding to 38% of the total mass of excrement. The dry matter in the solid fraction is 29%. The solid fraction concentrates 55% of the total nitrogen and 91% of the phosphorus from pigs.

INTRODUCTION

En France, la très grande majorité des porcs est élevée sur caillebotis. Le stockage du lisier sous les animaux entraîne une volatilisation d'une partie de l'azote sous forme d'ammoniac (NH_3) et de protoxyde d'azote (N_2O). La perte globale d'azote représente 25 % de l'azote excrété par le porc dans les fèces et les urines (CORPEN, 2003). La réglementation visant la protection de l'environnement prévoit par ailleurs une limitation des épandages d'azote et de phosphore sur les terres agricoles. Dans certains cas, les éleveurs sont alors obligés de traiter les déjections produites par l'élevage porcin.

L'évacuation régulière des déjections des porcheries, associée à une séparation de phases précoce, limite la formation d'ammoniac. Elle évite notamment la réaction d'hydrolyse de l'urée qui se transforme en ammoniac et en dioxyde de carbone en présence d'eau sous l'effet catalytique de l'uréase (Aarnink, 1997). Les travaux menés aux Pays-Bas et au Canada suggèrent que les systèmes d'évacuation fréquente des déjections permettent de réduire de 50 à 70 % les émissions d'ammoniac des porcheries (Hendriks et Van de Weerdhof, 1999, Belzile et al, 2006). De nombreux systèmes, mécaniques ou hydrauliques, sont disponibles (Ramonet et al., 2007).

Les systèmes de raclage en «V»[®] présentent un fond de fosse sous les caillebotis constitué de deux pentes opposées. La phase liquide est continuellement évacuée par gravité. En revanche, les matières solides restent sur les pentes du fond de fosse et sont évacuées par un racleur qui épouse le sol. Pouliot et al. (2005) rapportent que la séparation de phases permet de recueillir 91 % du phosphore, 66 % de l'azote et 60 % du potassium dans la phase solide qui représente 42 % de la masse totale des rejets. Ces résultats récents confirment ceux de Tengman (1995). Ceux obtenus par Guivarch et al. (2006) avec un racleur en «V» sous caillebotis partiel sont moins favorables (30 % de rejets solides contenant 75 % du phosphore et 22 % de l'azote total). La présence d'une partie des déjections sur le gisoir explique cette moindre efficacité.

L'intérêt zooteknique de ce type de bâtiment réside dans l'amélioration des conditions sanitaires et d'ambiance d'élevage. Madec et al. (1999), préconisent la vidange du lisier, le lavage et la désinfection des salles, dans les élevages présentant des problèmes sévères de dépérissement du porcelet. Les virus, bactéries et parasites excrétés par les animaux peuvent survivre dans les lisiers pendant plusieurs semaines (Strauch, 1987). L'évacuation régulière des déjections peut donc conduire à une plus grande efficacité des traitements médicamenteux et à une plus courte durée des épisodes sanitaires.

Fin 2006, un bâtiment d'engraissement de 60 places sur caillebotis intégral équipé d'un système de raclage en «V»[®] a été mis en service à Guernévez (29). L'objectif de cette étude est de mesurer l'effet du raclage en «V»[®] sur les émissions gazeuses, la séparation de phases et les performances des animaux.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Bâtiment et équipement

L'étude s'est déroulée à la station expérimentale porcine de Guernévez gérée par les Chambres d'agriculture de Bretagne à St Goazec (29).

La porcherie expérimentale est une porcherie d'engraissement de 11,65×5,62 m. Elle peut accueillir 60 porcs. Les porcs sont engraisés de 30 à 115 kg environ. Ils sont alimentés en soupe selon un régime de type biphasé et rationné. Le sol du bâtiment est un caillebotis intégral. La préfosse est constituée de deux couloirs de raclage de 2,01 m de large et de 11,65 m de long. Le fond de fosse est en béton préfabriqué. Il est installé sur des longrines pour permettre 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 évacués 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. Le racleur est muni d'une lame de décolmatage associée à une buse en caoutchouc qui nettoie le caniveau et la fente à chaque passage. Le bloc d'entraînement est équipé de poulies à gorges qui démultiplient la force de traction. L'air pénètre dans la salle par un plafond constitué d'un bac aluminium perforé recouvert de laine de verre. Il sort en bout de bâtiment, par l'ouverture qui permet également l'évacuation des déjections tirées par le racleur. La ventilation est en surpression. Les déjections solides sont raclées 3 à 13 fois par jour (augmentation de la fréquence de raclage chaque semaine au cours de l'engraissement).

Le bâtiment avec raclage en «V»[®] est mis en comparaison avec trois porcheries témoins sur caillebotis intégral avec stockage du lisier. La première (Stock1) est une porcherie de 72 places alimentées en soupe. La ventilation y est dynamique par dépression et extraction haute. L'entrée d'air se fait par fente et déflecteur vers le couloir. La seconde (Stock2) est une porcherie de 88 places d'engraissement alimentées en soupe. La ventilation y est dynamique en surpression. L'entrée d'air se fait par plafond perforé. La sortie d'air se trouve sous le caillebotis. La troisième porcherie (Stock3) compte 140 places alimentées à sec au nourrisseur (même rationnement qu'en soupe) avec un abreuvement par pipettes sur auge. La ventilation y est dynamique par dépression et extraction basse. L'entrée d'air se fait par plafond perforé. La température fixée pendant toute la phase d'élevage, dans l'ensemble des bâtiments, est de 24°C.

1.2. Plan expérimental et analyse des résultats

1.2.1. Performances zootekniques

Les performances zootekniques sont enregistrées pendant deux ans sur l'ensemble des porcheries d'engraissement. De l'entrée en engraissement jusqu'à l'abattage, les résultats des porcs élevés dans le bâtiment avec raclage en «V»[®] (290 au total), sont comparés à ceux des porcs élevés dans les bâtiments avec lisier stocké de la station à la même période (2999 porcs au total). Les critères analysés sont le gain moyen quotidien, l'indice de consommation, le taux de muscle des pièces et le pourcentage de pertes.

1.2.2. Indicateurs respiratoires

Pour une bande de porcs sur lisier stocké et une bande de porcs dans le bâtiment avec raclage en «V»[®], un comptage des toux et des étternuements est réalisé à quatre reprises pendant

l'engraissement pendant six minutes une heure après le repas (méthode utilisée par Madec et al., 1990, dans son bilan sanitaire approfondi). Le nombre total de toux et d'éternuements est ramené en pourcentage du nombre d'animaux dans la salle. Une notation de pneumonie est réalisée à l'abattoir selon la méthode française (note de 0 à 28). Selon Pagot et al (2007), la note obtenue présente une relation significative négative avec la croissance des porcs. C'est donc un indicateur intéressant de l'état respiratoire des animaux.

1.2.3. Concentration en ammoniac et protoxyde d'azote

L'analyse des concentrations de gaz et des émissions est réalisée par période de 14 jours. Quatre périodes par bande sont ainsi répertoriées : de 7 à 21 jours d'engraissement (P1), de 28 à 42 jours (P2), de 56 à 70 jours (P3) et de 84 à 98 jours (P4). Neuf périodes de 14 jours ont été mises en comparaison pour les porcheries témoins et pour la porcherie racler en « V ». La mesure de la concentration de l'air en NH₃ et N₂O est réalisée en semi-continu au niveau du site d'extraction de l'air (une mesure par bâtiment toutes les douze minutes). Le prélèvement de l'air est effectué à partir de lignes en place à la sortie des gaines d'extraction des porcheries ou dans la salle en cas de ventilation en surpression. Ces lignes sont placées à l'intérieur d'une gaine chauffée à 25°C pour éviter tout risque de condensation. Elles sont gérées par un appareil multiplexeur couplé à l'analyseur infrarouge photo-acoustique (INNOVA).

1.2.4. Emissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote

Les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote sont obtenues en multipliant les gradients de concentrations entre l'air sortant et l'air entrant et les débits instantanés de ventilation. Les débits instantanés de ventilation ne pouvant pas être mesurés dans les porcheries en surpression, ils sont estimés afin d'obtenir l'équilibre en eau dans la porcherie. L'hygrométrie et la température de l'air entrant dans la porcherie et de l'air ambiant sont mesurées en continu. La vapeur d'eau produite par les porcs est estimée à partir des équations du CIGR (1984). L'écart de teneur en eau entre l'air intérieur et extérieur permet de déduire le débit d'air.

1.2.5. Séparation de phases

Pour la porcherie avec raclage, la collecte de la totalité des effluents obtenus lors de la séparation de phases est réalisée sur 11 périodes de 14 jours. Pour chaque période, l'ensemble des déjections solides est récupéré dans un bac

pour pesage et échantillonnage. La fraction liquide est estimée de façon volumétrique et un échantillon est prélevé toutes les semaines après brassage dans le bac de récolte. Les analyses chimiques sont réalisées dans le laboratoire Agrilabo sur les paramètres matière sèche, azote total, azote organique, azote ammoniacal, phosphates, potasse, carbone, cuivre et zinc.

Pour chaque période, un bilan massique a été réalisé afin d'établir l'efficacité de séparation des différents éléments dans la phase solide. Ces résultats servent également à la vérification des bilans par élément pour validation des mesures et du protocole.

1.2.6. Analyse de données

Les données sont analysées par analyse de variance.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

La vitesse de croissance des porcs et l'indice de consommation diffèrent significativement entre le système de raclage en « V »[®] et les bâtiments sur lisier de la station (Tableau 1). La différence n'est pas significative pour le taux de muscle des pièces et le pourcentage de pertes. Ces résultats, qu'ils soient significatifs ou non, sont néanmoins à prendre avec beaucoup de précautions faute d'un nombre suffisant de données et étant établis les nombreux facteurs pouvant influencer ces résultats.

2.2. Indicateurs respiratoires

Les résultats portent sur une bande de porcs charcutiers dans le bâtiment avec racler et une bande dans le bâtiment Stock 3. Il existe peu de différences sur le pourcentage de toux et d'éternuements selon le type de bâtiment (9,6 % dans le bâtiment racler contre 11,5 % dans le bâtiment sur lisier stocké).

La note moyenne de pneumonie est de 0,76/28 pour le bâtiment racler et de 5,07/28 pour le bâtiment sur lisier stocké. Il est à noter que l'élevage a subi sur cette bande un problème sanitaire prononcé qui a touché l'ensemble des bâtiments d'élevage. La différence est significative pour la période considérée. Ces chiffres seront à confirmer sur d'autres bandes pour vérifier si le système de raclage est véritablement responsable de cette amélioration significative de l'état des poumons des animaux.

Tableau 1 - Performances zootechniques des porcs selon le type de bâtiment

Type de bâtiment	Raclage en « V » [®]	Bâtiments sur lisier	Signification statistique
GMQ ⁽¹⁾ (g/j)	818 ± 31	754 ± 56	p<0,05
IC ⁽²⁾	2,71 ± 0,13	2,94 ± 0,23	p<0,05
TMP ⁽³⁾ %	59,4 ± 0,7	59,5 ± 1,1	NS
% pertes	2,1 ± 0,8	4,3 ± 3,4	NS

⁽¹⁾ Gain moyen quotidien

⁽²⁾ Indice de consommation

⁽³⁾ Taux de muscle des pièces

Tableau 2 - Concentration en ammoniac et en protoxyde d'azote selon le type de bâtiments et selon la période d'engraissement (P1 à P4)

Période	Bâtiments témoin (Stock1, Stock2, Stock3)					Bâtiment avec raclage en « V »*					Effet type de bâtiment ⁽¹⁾
	P1	P2	P3	P4	moyenne	P1	P2	P3	P4	moyenne	
Concentration NH ₃ (ppm)	24,8 ± 3,3	16,4 ⁽²⁾	17,6 ± 2,1	17,0 ± 2,6	18,6 ± 3,9	7,5 ± 1,8	15,3 ⁽²⁾	12,6 ± 2,0	13,5 ± 0,3	12,0 ± 2,9	P<0,01
Concentration N ₂ O (ppm)	1,8 ± 0,1	0,3 ⁽²⁾	1,2 ± 0,7	1,2 ± 0,5	1,2 ± 0,6	0,9 ± 0,5	0,9 ⁽²⁾	1,00 ± 0,4	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,3	NS

⁽¹⁾ Comparaison statistique réalisée par période de mesure et sur la valeur moyenne au cours des 4 périodes.

⁽²⁾ 1 seule donnée pour la période

Tableau 3 - Emissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote selon le type de bâtiment et selon la période d'engraissement (émissions calculées selon les gradients de concentration en NH₃ et N₂O entre l'air entrant et l'air sortant)

	Bâtiments témoin					Bâtiment avec raclage en « V »*					Effet type de bâtiment ⁽¹⁾
	P1	P2	P3	P4	moyenne	P1	P2	P3	P4	moyenne	
émission g NH ₃ /jour/porc	5,84 ± 3,59	5,68 ⁽²⁾	6,65 ± 1,54	7,96 ± 3,87	7,05 ± 3,06	1,36 ± 0,78	3,25 ⁽²⁾	3,35 ± 1,87	4,29 ± 1,26	3,21 ± 1,63	P<0,01
Emission g N ₂ O/jour/porc	1,01 ± 0,34	0,19 ⁽²⁾	1,10 ± 0,15	1,36 ± 0,38	1,12 ± 0,46	0,52 ± 0,07	0,56 ⁽²⁾	0,54 ± 0,11	0,65 ± 0,11	0,57 ± 0,10	P<0,01

⁽¹⁾ Comparaison statistique réalisée par période de mesure et sur la valeur moyenne au cours des 4 périodes.

⁽²⁾ 1 seule donnée pour la période

Tableau 4 - Concentrations moyennes en éléments fertilisants dans les fractions solides et liquides sur la base de la matière brute (pondérées selon les quantités de solide et de liquide représentées par analyse)

	MS %	MMT %	MO %	N-NH ₄ kg/t	N orga kg/t	N total kg/t	P ₂ O ₅ kg/t	K ₂ O kg/t	Cu ppm	Zn ppm
Liquide	2,32	0,99	1,33	4,43	0,84	5,27	0,59	3,48	1,32	7,25
Solide	28,92	5,47	23,46	1,91	10,90	12,81	9,96	5,86	30,31	170,68

2.3. Concentrations en ammoniac et protoxyde d'azote

En moyenne, la teneur en ammoniac dans l'air ambiant des bâtiments en lisier stocké est de 18,6 (± 3,9) ppm contre 12,0 (± 2,9) ppm pour les mêmes périodes dans le bâtiment raclé en « V » (différence significative) (Tableau 2). En revanche, la concentration moyenne en protoxyde d'azote ne diffère pas significativement entre les bâtiments avec lisier stocké et le bâtiment avec raclage en « V »*.

2.4. Emissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote

Les émissions d'ammoniac sont en moyenne de 7,05 g NH₃/jour/porc pour les bâtiments en lisier stocké contre 3,21 g NH₃/jour/porc dans le bâtiment raclé (p<0,01) (Tableau 3). Guingand (2003) a obtenu une émission de NH₃ dans des bâtiments avec lisier stockés de 10,1 g NH₃/jour/porc. Pour un bâtiment avec raclage en « V »*, Belzile et al. (2006) ont mesuré une émission d'ammoniac de 4,1 et 4,3 g NH₃/jour/porc. Nos résultats sont légèrement inférieurs à ces références du fait de l'utilisation du gradient de concentration et non de la concentration de l'air sortant, mais la différence entre les deux types de porcherie est conservée. L'évacuation des déjections avec raclage permet dans notre essai de réduire les émissions d'ammoniac de 54 % comparativement à un stockage des lisiers en préfosse. Pour les deux systèmes de gestion des déjections, l'émission d'ammoniac augmente

au cours de la période d'engraissement (Tableau 3). La différence entre les deux systèmes est plus marquée en début d'engraissement (réduction de 77 % de l'émission au cours de P1) mais reste supérieure à 40 % aux autres périodes (P2 à P4).

L'émission de N₂O est réduite significativement de 49 % avec le bâtiment avec raclage en « V »* comparativement aux bâtiments témoins sur lisier stocké

2.5. Séparation de phases

2.5.1. Quantité moyenne de déjections solides et liquides

Dans notre étude, les fractions solide et liquide représentent respectivement 37,9 % et 62,1 % de la masse totale des déjections (Tableau 5). Ce paramètre présente de fortes variations selon la période analysée, la part de déjections solides variant de 27,4 % à 56,3 %. Ce paramètre est plus élevé en début d'engraissement (45,5 % en P1) comparativement aux périodes P2 à P4 où elle ne dépasse pas 40 %. Ce critère moyen est inférieur aux résultats présentés par Pouliot et al. (2005) qui obtiennent 42,3 % de la masse totale des déjections dans la fraction solide.

La production de déjections augmente au cours de la période d'engraissement, passant de 0,92 à 1,30 kg/porc/jour pour la phase solide et de 1,43 à 3,27 kg/porc/jour pour la phase liquide.

Tableau 5 - Efficacité de séparation des éléments fertilisants contenus dans les fractions solides en moyenne et selon la période d'engraissement

	Périodes d'engraissement				Moyenne
	P1	P2	P3	P4	
% MS solide	27,4	27,3	29,6	29,5	28,9
solide (% déjections)	45,5	30,1	39,5	33,0	37,9
liquide (% déjections)	54,5	69,9	60,5	67,1	62,1
Solide kg/porc/j	0,92	1,24	1,41	1,30	1,22
Liquide kg/porc/j	1,43	2,87	3,33	3,27	2,75
% N dans solide	63,0	54,8	52,8	51,6	55,3
% P dans solide	91,3	95,1	91,2	88,6	90,8
% K dans solide	48,0	41,0	45,3	44,5	45,4
% Cu dans solide	91,0	91,0	94,3	91,0	91,9
% Zn dans solide	93,3	91,0	94,3	91,0	92,5

Sur une période de 105 jours, un porc a produit en moyenne 130 kg de solide et 295 kg de liquide. La production totale d'effluent (phase solide + liquide) atteint 4,05 kg/porc/jour. Elle est deux fois supérieure à celle obtenue par Pouliot et al. (2005). Cette différence s'explique essentiellement par une production supérieure de la phase liquide. Pour comprendre cette différence, le mode d'alimentation dans les essais considérés (alimentation soupe dans notre essai vs sèche dans celui de Pouliot et al., 2005) est un premier facteur d'explication. Paboeuf et al. (2009) à la station de Crécom montrent également une augmentation significative de la quantité d'effluent produit lorsque les animaux sont alimentés par soupe, comparativement à une alimentation sèche, pour un même niveau d'ingestion en aliment et en eau.

2.5.2. Caractéristiques des fractions solides et liquides

Le taux moyen de MS est de 28,9 % pour la phase solide (Tableau 4). L'azote est à 85 % sous une forme organique. Cette fraction concentre 91 % du phosphore, 55 % de l'azote total, 45 % du potassium et 92 % des deux éléments cuivre et zinc. La phase liquide contient de l'azote essentiellement sous forme ammoniacale et du potassium. Elle est très peu riche en éléments fertilisants et sa composition se rapproche de celle obtenue par Pouliot et al. (2005). La composition de la fraction solide se rapproche de celle d'un co-produit de traitement de lisier obtenu à la sortie d'une vis compacteuse (Levasseur, 2005).

2.5.3. Efficacité de la séparation

En moyenne, le système de raclage en «V»[®] a permis de concentrer 91 % du phosphore, 55 % de l'azote total, 45 % du potassium et 92 % des deux éléments cuivre et zinc dans la fraction solide. Ces résultats sont conformes pour le phosphore, le cuivre et le zinc à ceux obtenus par Pouliot et al. (2005). Ils sont en revanche plus faibles dans le cas de l'azote et du potassium qui sont des éléments solubles et qui sont probablement dissous dans la fraction liquide en plus grande quantité. La proportion de l'azote récupéré dans la phase solide diminue quand le poids des porcs augmente, conformément aux résultats de Pouliot et al. (2005). Ce résultat peut être mis en relation avec le changement d'aliment qui a lieu

vers 60 jours d'engraissement (au début de la période P3), les animaux passant d'un aliment à 16,5 % de protéines à un aliment à 15 %. En outre, l'alimentation est également rationnée à partir de cette date.

La teneur en MS de la phase solide mesurée dans notre essai se rapproche de celle obtenue par les systèmes de séparation de phase utilisés en station de traitement. Les refus de vis compacteuse ou de décanteuse-centrifugeuse présentent une teneur moyenne en MS comprise entre 33 et 40 % (Levasseur, 2005). Notons que la séparation de phase dans notre essai est obtenue par simple gravité, et sans utilisation d'énergie autre que celle nécessaire pour le fonctionnement du racleur. La phase solide obtenue avec notre système de raclage en «V»[®] permet donc d'obtenir un produit suffisamment sec pour pouvoir être composté de manière similaire aux produits issus des stations de traitement. Des essais de compostage de la phase solide mélangée avec un agent structurant (de la paille à hauteur de 5 %) sont actuellement en cours.

L'ensemble des résultats obtenus sur ces différents éléments pour la porcherie avec raclage en «V»[®] est consolidé grâce au calcul des bilans de masse. L'erreur en valeur absolue entre l'ingéré et la somme du retenu par les porcs et excrété dans le solide, dans le liquide et dans les gaz (pour l'azote uniquement) est de 7,5 % pour l'azote, 7,0 % pour le phosphore et de 10,3 % pour la potasse. Pour le cuivre et le zinc, l'erreur est de 18 et 29 % respectivement, liée à l'imprécision relative à l'échantillonnage et à l'analyse au laboratoire.

CONCLUSION

L'évacuation fréquente des déjections à l'aide d'un raclage en «V»[®] permet une diminution de moitié des émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote des porcheries d'engraissement par rapport à un stockage du lisier en bâtiment. La qualité de l'air dans l'ambiance des bâtiments se trouve améliorée. La séparation de phase permise par ce système conduit à considérer le raclage en «V»[®] comme une première étape d'un processus de traitement des lisiers. Les performances zootechniques observées sont encourageantes mais demandent à être confirmées sur le long terme.

Après plus de deux ans de fonctionnement en station expérimentale, le bilan de fonctionnement du système utilisé est très positif. Nous n'avons pas connu de problème mécanique au cours des cinq bandes de porcs suivies. Ces bons résultats tiennent également au choix des matériaux utilisés : fonds de fosse préfabriqués garantissant la qualité de la surface et assurant le contact étroit entre le sol et la lame du racleur, câble d'entraînement et racleur en inox.

Aujourd'hui, la plupart des systèmes sont ou pourront rapidement être déployés en élevage de production. Ils peuvent d'être installés dans des bâtiments neufs, ou en rénovation si l'organisation des salles le permet. Ce système permet de réduire les coûts de maçonnerie engendrés lors de la création de fosses de grande profondeur. Le développement des racleurs en élevage

pourrait être encouragé par la reconnaissance à terme de ce système comme une « meilleure technique disponible » pour la préservation de l'environnement.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier des partenaires suivants : l'Union Européenne dans le cadre d'un dossier FEOGA (9602), l'Etat et l'Agence de l'eau Loire-Bretagne dans le cadre d'un dossier PitEau, le Conseil Régional de Bretagne et le Comité Régional Porcin. Nous tenons à remercier Christophe Guivarch, pour avoir initié ce projet, ainsi que Stéphane Le Breton, Yann Robert, Guillaume Le Court et Mohamed Omame pour leur aide technique au cours de l'expérimentation.

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.
- Belzile M., Godbout S., P. Lemay S., Lavoie J., Lachance I., Pouliot F., 2006. Impact de la séparation fèces-urines sous caillebotis sur la qualité de l'air ambiant en porcherie. Journées Rech. Porcine, 38, 21-26.
- C.I.G.R., 1984. Climatization of animal houses. Commission Internationale du Génie Rural, S.F.B.I.U., Aberdeen, 72 p.
- Commission Européenne, 2003. IPPC, Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'élevage intensif de volailles et de porcs, Juillet 2003. 371 p.
- Corpen, 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., 2003. Influence de la mise en place de caillebotis partiel et de la taille de la case sur les émissions d'ammoniac et d'odeurs en engraissement. Journées Rech. Porcine, 35, 15-20.
- Guivarch C., Callarec J., Quillien J.P., 2006. Racleur en "V" : validation de la technique de séparation urines-fèces à l'aide d'un racleur-séparateur sous caillebotis. Rapport d'études, Chambres d'agriculture de Bretagne, 27 p.
- Hendricks H.J.M., Van de Weerdhof A.M., 1999. Dutch notes on bat for pig and poultry intensive livestock farming. Information center for environmental licensing, P.O. Box 30732, NL-2500 GS The Hague, The Netherlands.
- Levasseur P., 2005. Composition des effluents porcins. Ed. ITP. 68 p.
- Madec F., Eveno E., Morvan P., Hamon L., Albina E., Truong C., Huet E., Cariolet R., Arnaud C., Gestin A., 1999. La maladie d'amaigrissement du porcelet en France. 1- Aspects descriptifs, impact en élevage. J. Rech. Porc. en France, 31, 347-354.
- 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.
- Paboeuf F., Gautier M., Cariolet R., Ramonet Y., Lossouarn J., Dourmad J.Y., 2009. Effet de la surface, de la nature du sol et du mode d'alimentation sur les performances zootechniques et la production d'effluent des porcs en croissance. Journées Rech. Porcine, 41, 209-216.
- Pagot E., Pommier P., Keita A., 2007. Relationship between growth during the fattening period and lung lesions at slaughter in swine. Revue Med. Vet., 158, 253-259.
- Pouliot F., Godbout S., Dufour V., D. Von Bernuth R., Hill J., 2005. Evaluation de l'efficacité d'un système de séparation fèces-urine sous caillebotis en engraissement : bilan de masse et caractérisation des sous-produits. Journées Rech. Porcine, 37, 45-50.
- Ramonet Y., Callarec J., Guivarch C., Dappelo C., Robin P., Laplanche A., Prado N., Amrane A., Meinhold J., Ochoa J.C., 2007. Le lisier frais : évacuation fréquente des lisiers des porcheries. Faisabilité technique et conséquences environnementales. Journées Rech. Porcine, 39, 31-42.
- Strauch, D., 1987. Hygiene of animal waste management. In: D. Strauch (Editor), Animal production and environmental health. World Animal Science B6, Elsevier, Amsterdam, pp. 155-202.
- Tengman C.L., 1995. Gravitational liquid-solid separation immediately below slats concentrating swine manure phosphorus in solids. Master thesis submitted to Michigan State University, Department of Agricultural Engineering.