

Effet du fractionnement des apports d'eau dans la technique du lisier flottant pour réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs en engraissement

Nadine GUINGAND et Valérie COURBOULAY

IFIP Institut du Porc, 35651 Le Rheu Cedex, France

nadine.guingand@ifip.asso.fr

Avec la collaboration de Delphine LOISEAU et Romain RICHARD

Cette étude a bénéficié du soutien financier de la DGAL et de l'ADAR

Effet du fractionnement des apports d'eau dans la technique du lisier flottant pour réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs en engraissement

Des mesures en semi-continu ont été mises en œuvre dans quatre salles d'engraissement abritant des porcs charcutiers entre 30 et 120 kg, élevés sur caillebotis intégral béton avec stockage des effluents en préfosse. Dans la salle Témoin, le lisier est stocké durant toute la durée de présence des animaux alors que dans les trois autres salles, la technique du lisier flottant est mise en œuvre : une salle reçoit un apport unique de 90 litres d'eau avant l'entrée des animaux (salle LF90) et deux salles un apport fractionné de respectivement 30 litres à l'entrée des animaux et 60 litres lors du changement d'aliment (salles LF30+60). Dans l'une de ces deux salles, de la paille est mise à disposition des animaux (salle LF30+60/Paille). Les paramètres zootechniques, d'ambiance et environnementaux sont suivis au cours de deux bandes successives. La mise en œuvre de la technique du lisier flottant conduit pour les deux bandes, par rapport à la salle Témoin, à un abattement des émissions d'ammoniac (LF90 : 28 %, LF30+60 : 23 %) et d'odeurs (LF90 : 18 %, LF30+60 : 28 %). Le fractionnement des apports d'eau semble plus efficace dans la salle LF30+60/Paille, l'abattement d'ammoniac atteignant alors 41% en moyenne sur les deux bandes. Combinée avec le fractionnement des apports d'eau, la présence de paille permet de limiter la surface de contact entre le lisier et l'air ambiant. La présence de paille – en faible quantité – n'a par ailleurs pas occasionné de problème lors de la vidange des effluents.

Impact of temporally separating water inputs to manure kept on top of a permanent layer of water in the pit on ammonia and odour emissions from indoor fattening systems

Ammonia and odours were measured semi-continuously in exhaust air from four fattening rooms (6 pens each) which differed in slurry management. In the control room, slurry was stored during the entire fattening period. In the three others, manure was collected on top of a permanent water layer in the pit: in one room, 90 l of water per pig was added to the pit just before pigs arrived (LF90); in the other two, 30 l per pig were added just before arrival and 60 l per pig after feed was changed (at a weight of ca. 65 kg-LF30+60). In one of these two rooms, chopped straw was distributed to pigs by a straw feeder or a straw rack, respectively in three pens each (LF30+60/Paille). Animal production, ambient and environmental parameters were monitored for two successive batches. Adding water to the manure pit decreased emissions of ammonia (LF90: -28 %, LF30+60: -23 %) and odours (LF90: -18%, LF30+60: -28%) from piggeries. Separating the water input in time increased the reduction in ammonia emissions in the room with chopped straw (mean decrease = 41 % for the two batches). The presence of straw combined with the separation into two water inputs decreased the contact area between the manure and ambient air. Also, addition of chopped straw – albeit in small quantities – had no observed effect on the emptying of manure.

INTRODUCTION

La directive IED (directive 2010/75/UE) impose aux élevages de porcs de réduire les émissions d'ammoniac des bâtiments dans des proportions qui peuvent atteindre 40%. La technique du lisier flottant est reconnue au niveau européen comme une Meilleure Technique Disponible dans le BREF IRPP (Santonia *et al.*, 2017). Elle consiste en la mise en place d'une couche d'eau en fond de préfosse pour faciliter l'évacuation des effluents au moment de la vidange mais aussi favoriser la solubilisation de certains composés comme l'ammoniac. Un premier essai basé sur un seul apport d'eau avant l'entrée des animaux a montré que la technique du lisier flottant permettait de réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs des porcheries d'engraissement, bien que cet effet se réduise avec l'augmentation du poids des porcs et/ou l'augmentation du volume de déjections stocké dans la préfosse (Guinand et Lagadec, 2011).

Par ailleurs, la directive bien-être (directive 2008/120/CE) stipule que les porcs doivent avoir un accès permanent à une quantité suffisante de matériaux tels que la paille, le foin ou le bois, permettant des activités de recherche et de manipulation. Cependant la paille, en traversant le caillebotis, pose de nombreuses difficultés lors de l'évacuation des effluents, amplifiées par un dépôt localisé de la paille (Courboulay, 2006). L'objet de cette étude est de déterminer si le fractionnement des apports d'eau avec la technique du lisier flottant améliore son efficacité sur les émissions d'ammoniac et d'odeurs et si cette technique peut faciliter l'évacuation des lisiers en cas d'apport de paille.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Caractéristiques des salles

L'étude a été mise en place sur quatre salles d'engraissement de la station expérimentale de l'IFIP à Romillé (35) suivies au cours de deux bandes consécutives (B1 et B2). Les quatre salles ont une configuration identique : sol en caillebotis béton sur l'intégralité de la surface de la salle, stockage des effluents dans une préfosse (hauteur utile : 80 cm), vidangées et nettoyées avant chaque début de bande. L'entrée d'air est assurée par un plafond diffuseur et l'air est extrait vers l'extérieur par une gaine équipée d'un ventilateur (diamètre 45 cm – extraction basse). Les salles sont organisées en six cases de 7 m² (sexes mélangés, quatre ou cinq femelles par case) abritant chacune neuf porcs. Les quatre salles diffèrent par les modalités de gestion des effluents. Pour la première salle (Témoin), le lisier est stocké pendant toute la durée de présence des animaux. Dans la deuxième (LF90), la technique du lisier flottant est mise en œuvre en apportant 90 litres d'eau par animal dans la préfosse avant l'entrée des animaux (Tableau 1). Dans les deux dernières salles (LF30+60), l'apport d'eau est fractionné en deux apports : un premier de 30 litres par porc avant l'entrée des animaux et un deuxième de 60 litres par porc au moment du changement d'aliment. Pour ces deux salles, le lisier est vidangé au moment du changement d'aliment. Dans une de ces deux salles (LF30+60), un râtelier (3 cases) ou un « nourripaille » (3 cases) permettent la mise à disposition en continu de paille (brins courts) ; les systèmes de distribution de la paille sont décrits dans l'article de Courboulay et Guinand (2019). Dans les trois autres salles, un objet (chaîne, mordille ou pieuvre) est mis dans chaque case à disposition des animaux.

La consommation de paille par porc est calculée par différence entre les quantités apportées et celles retirées – en cas de salissures importantes.

1.2. Conduite alimentaire

Dans les quatre salles, les porcs sont alimentés à volonté avec de l'aliment croissance jusqu'à environ 65 kg de poids vif puis avec de l'aliment finition jusqu'à l'abattage qui a lieu le même jour pour l'ensemble des animaux de la bande. Les deux aliments ont des teneurs en MAT de respectivement 16,1 et 14,0 % pour les aliments croissance et finition pour B1 ; 16,7 et 13,9 % pour B2. Un abreuvoir par case permet aux porcs de disposer d'eau à volonté.

Tableau 1 – Dispositif expérimental

Salle	Traitement	Enrichissement
Témoin	Stockage des effluents	Objet
LF90	Lisier flottant 90 L par porc	Objet
LF30+60/Objet ¹	Lisier flottant 30 +60 L par porc	Objet
LF30+60/Paille ¹	Lisier flottant 30 +60 L par porc	Paille

¹apports fractionnés : 1^{er} apport 30 L par porc et 2^{ème} apport 60 L par porc

1.3. Mesures et enregistrements

1.3.1. Paramètres zootechniques

Deux bandes successives de porcs sont suivies au cours de cette étude : B1 de février à mai et B2 de juin à septembre 2017. Deux cent seize porcs issus d'un croisement (PPxLW)x(LWxLd) sont répartis en lots selon leur poids à l'entrée en engraissement. Ils sont pesés individuellement, lors du changement d'aliment et la veille du départ pour l'abattoir. La quantité d'aliment consommée par case entre deux pesées est mesurée.

1.3.2. Paramètres d'ambiance

La température ambiante est mesurée en continu pendant toute la durée de présence des animaux au moyen de capteurs (Votcraft DL-120TH) installés au centre de chacune des salles. La température de l'air extérieur est mesurée par un capteur identique. Le débit de ventilation est calculé à partir de la mesure de la vitesse de rotation d'une hélice folle couplée à chacun des ventilateurs permettant un enregistrement toutes les 15 minutes sur toute la durée de présence des animaux.

1.3.3. Consommation en eau

Un compteur par salle permet d'enregistrer une fois par semaine la quantité d'eau distribuée aux animaux. Le volume d'eau utilisé par salle pour la technique du lisier flottant est enregistré au moyen d'un compteur placé sur la rampe de distribution au moment de la mise en eau.

1.3.4. Emissions gazeuses

La mesure des concentrations en ammoniac (NH₃) est réalisée sur l'air ambiant et extérieur par un analyseur photo-acoustique à infra-rouge (INNOVA 1412) couplé à un échantillonneur (INNOVA 1309). Six périodes de trois jours de mesure sont réalisées par période d'engraissement pour chacune des deux bandes.

Les émissions cumulées d'ammoniac par salle sont calculées en intégrant les concentrations mesurées par l'analyseur dans l'air extrait et l'air extérieur, les débits de ventilation par salle et le nombre d'animaux présents.

1.3.5. Emissions d'odeurs

La concentration en odeurs de l'air extrait de chaque salle est mesurée à partir de l'analyse d'échantillons d'air prélevés dans la gaine d'extraction. Le prélèvement et l'analyse olfactométrique de ces échantillons sont réalisés en conformité avec la norme européenne CEN 13725. Le prélèvement est réalisé à l'aide d'un caisson poumon permettant de remplir des poches en PTFE de 20 litres. Ces échantillons sont ensuite envoyés au Laboratoire Certech (Belgique) qui réalise en différé une analyse olfactométrique permettant d'obtenir le facteur de dilution au seuil de perception pour calculer la concentration en odeurs des échantillons. Cette concentration est exprimée en unité odeurs par mètre cube d'air. Dans cette étude, sept mesures par salle ont été réalisées par bande. L'émission est enfin obtenue à partir du produit des concentrations d'odeurs et du débit ($m^3/h/p$) ; elle est exprimée en unités odeurs par porc et par heure.

1.3.6. Déjections

A l'entrée des animaux, les préfosse sont vides et propres. Lors du changement d'aliment puis lors de la vidange finale après le départ des animaux pour l'abattoir, des prélèvements de lisier sont réalisés dans la préfosse pour analyse (pH, N total, N ammoniacal). Lors de chaque prélèvement, le volume de lisier de chaque préfosse est calculé à partir de la mesure de la hauteur de lisier en différents points de cette préfosse. La facilité d'évacuation des effluents lors des vidanges est appréciée de manière visuelle.

1.4. Analyse des données

1.4.1. Bilan de masse

Les bilans de masse pour l'azote (N) sont réalisés sur les flux correspondants aux salles impliquées dans l'étude. Les entrées correspondent à :

- La quantité de N dans les animaux à leur entrée en engraissement, calculée à partir des formules indiquées dans le tableau 2.

- La quantité de N consommée par les animaux sur la période de l'étude, calculée par le produit des quantités d'aliments consommées par les animaux et de la concentration du paramètre considéré. Celle-ci est obtenue à partir des analyses physico-chimiques réalisées sur les aliments croissance et finition.

- La quantité de N contenue dans la paille distribuée aux animaux de la salle LF30+60/Paille.

Les sorties correspondent à :

- La quantité de N dans les porcs à la sortie d'engraissement, calculée à partir du poids de sortie (Tableau 2).

- La quantité de N dans les déjections produites par les animaux sur l'ensemble de la durée de l'étude, calculée à partir des volumes des déjections et des concentrations en N dosées dans les échantillons moyens de lisier prélevés lors des vidanges intermédiaires et finales.

- La quantité de N volatilisée dans l'ambiance respectivement sous forme d'ammoniac (NH_3) et de protoxyde d'azote (N_2O).

La différence entrées et sorties correspond au défaut de bilan calculé pour l'azote et permet de déterminer la représentativité des données acquises.

1.4.2. Analyse statistique

Sur les performances zootechniques, pour étudier l'effet salle, le poids initial est analysé selon un modèle linéaire (proc mixed, SAS 9.4) avec comme effets fixes la bande, la salle, le sexe et les interactions salle x bande et salle x sexe. Le GMQ et le poids d'abattage des animaux sont analysés selon un modèle linéaire (proc glm) avec comme effets la bande, la salle, le sexe et les interactions salle x bande et salle x sexe. Le poids initial est utilisé en covariable. Les indices de consommation (IC) sont analysés selon un modèle linéaire avec comme effets fixes la bande, la salle, et l'interaction salle x bande. Le TVM est analysé selon un modèle linéaire (proc mixed, SAS 9.4) avec comme effets fixes la bande, la salle, le sexe et les interactions salle x bande et salle x sexe. Le poids d'abattage est utilisé en covariable. Les comparaisons de moyennes sont faites avec un test de Tukey.

Tableau 2 – Equation d'estimation des teneurs en N des porcs à l'entrée et la sortie de l'engraissement (en kg par porc)

	Equation	Source
N	$e^{(-0,9559-0,0145 \times TMP)} \times (0,96 PV)^{(0,7417 + 0,0044 \times TMP)}/6,25$	Dourmad et al. (2015)

¹PV = Poids vif en kg

2. RESULTATS - DISCUSSION

2.1.1. Performances zootechniques

La durée d'engraissement est de 104 et 105 jours pour B1 et B2, respectivement. Les performances zootechniques des porcs des quatre salles au cours des deux bandes sont présentées dans le tableau 3. Les performances des porcs de la salle Témoin sont supérieures aux moyennes nationales (soit 815 grammes pour le GMQ et 2,69 pour l'indice de consommation ; IFIP, 2016). Les performances des porcs des quatre salles ne diffèrent pas sur la période de croissance mais des écarts significatifs sont relevés sur la période de finition. Globalement, les porcs de la salle LF90 présentent le meilleur GMQ (911 g/j – $P < 0,05$) alors que ceux de la salle avec paille (LF30+60/Paille) obtiennent l'indice de consommation le plus faible (2,60 – $P < 0,05$ – Tableau 3). La littérature ne met pas en évidence d'effet de la consommation de paille sur l'indice de consommation. De la même façon, les études précédentes sur cette technique du lisier flottant (Guinand et Lagadec, 2011) n'avaient pas mis en évidence d'effet sur les performances zootechniques des porcs.

2.1.2. Consommation de paille

La quantité de paille utilisée par les animaux varie entre 6,6 et 10,6 grammes par porc et par jour sur les deux bandes. Ces quantités sont faibles et très en dessous des valeurs mesurées dans l'étude de Courboulay (2006) qui mesurait une consommation de 35 g par porc et par jour avec de la paille en brins longs. Cette faible consommation de paille s'explique pour partie par la conception des dispositifs de distribution de la paille (Courboulay *et al.*, 2019) et illustre la difficulté de mettre au point un dispositif favorisant une utilisation importante de la paille par les animaux sans que celle-ci ne compromette son évacuation.

2.1.3. Vidange

Lors des vidanges, l'évacuation des effluents de la salle avec paille n'a pas présenté de difficultés contrairement aux observations faites par Courboulay (2006) lors d'un précédent essai, dans lequel la mise à disposition de paille avait entraîné la formation de tas d'effluents solides et de paille en fond de préfosse et bloqué l'évacuation des effluents, empêchant ainsi la vidange complète de la préfosse.

Tableau 3 – Performances zootechniques selon les traitements expérimentaux, pour les deux bandes

Période	Salles				Effet stat ¹
	Salle Témoin	Salle LF90	Salle LF30+60/Paille	Salle LF30+60/Objet	
Poids initial (kg)	29,8	30,0	29,8	29,7	G**
Poids d'abattage (kg)	121,5 a	124,9 b	121,8 ab	123,0 ab	S* G** B**
Croissance					
GMQ (g/j)	850	867	854	860	-
IC	2,42	2,43	2,41	2,41	-
Finition					
GMQ (g/j)	912 a	962 b	913 a	931 ab	S*
IC	2,97 b	2,96 b	2,80 a	2,98 b	S** SxB*
Global					
GMQ (g/j)	879 a	911 b	881 ab	893 ab	S* G** B*
IC	2,68 ab	2,69 b	2,60 a	2,68 ab	S*

^{1*} : Effets bande (B), salle (S), sexe (G) - * : P < 0,05, ** : P < 0,01, *** : P < 0,001. Les valeurs affectées de lettres différentes diffèrent significativement au seuil 0,05.

Dans cet essai, cette difficulté n'a pas été observée du fait de la mise en œuvre de la technique du lisier flottant qui dilue les effluents mais aussi, probablement, de la faible quantité de paille utilisée par les animaux et de la taille des brins de paille (brins courts, grille de 4 cm).

2.1.4. Température et débit

La moyenne des températures ambiantes varie entre 23,5 et 24,2°C pour B1 et entre 25,4 et 26,1°C pour B2 (Tableau 4). L'écart de température entre les deux bandes (Tableau 4) est lié à l'augmentation des températures extérieures (10,6 ± 4,4 °C pour B1 vs 18,0 ± 5,3 °C pour B2).

Les débits moyens de ventilation par porc sont, pour B1, de 33, 35, 36 et 39 m³/h et pour B2, de 52, 57, 51 et 63 m³/h, respectivement pour les salles Témoin, LF90, LF30+60/Paille et LF30+60/Objet. L'augmentation des débits dans B2 est directement liée à l'augmentation des températures extérieures.

2.1.5. Lisier et consommation d'eau

Avec une moyenne de 514 litres par porc sur les deux bandes, le volume de lisier produit par les animaux de la salle Témoin est de 452 L par porc pour B1 et de 576 L pour B2 ; bien que supérieure, cette dernière valeur reste en accord avec les 450 litres par porc proposés par Levasseur (2005) pour le volume de lisier sans eaux de lavage).

Dans les quatre salles, le volume d'effluent produit par porc s'est avéré supérieur pour B2 par rapport à B1 du fait d'une plus forte consommation en eau des animaux, en lien direct avec l'augmentation des températures dans l'ambiance.

Comparativement au volume d'effluents produit par les porcs de la salle Témoin, l'apport de 90 L d'eau aurait dû entraîner une augmentation de volume dans les trois autres salles de 20 % pour B1 et de 16 % pour B2. Dans les faits, cette augmentation est de seulement 13, 18 et 11 % pour B1 et de 1, 6 et -7 % pour B2, respectivement pour les salles LF90, LF30+60/Paille et LF30+60/Objet. Pour B2, les très faibles écarts de volume avec le témoin dans les trois salles sur lisier flottant s'expliquent par les différences d'augmentation des consommations en eau des porcs – +27% pour la salle Témoin vs + 17% pour les trois salles sur lisier flottant.

Avec l'augmentation de la température ambiante, la consommation en eau des porcs augmente au cours de la deuxième bande dans les quatre salles. Pour les porcs de la salle Témoin, la consommation en eau est de 7 litres par porc et par jour pour B1 et de 8,9 litres pour B2 (Tableau 4).

Selon Massabie *et al.* (2014), la consommation moyenne en eau des porcs charcutiers sur une année est de 7 ± 1,7 litres par jour.

Les valeurs obtenues pour les quatre salles varient entre 6,2 et 7,0 litres par porc et par jour pour B1 et de 7,4 à 8,9 litres par porc et par jour pour B2. La surconsommation en eau au cours de la deuxième bande a des conséquences directes sur le volume et la composition des effluents produits. Ainsi, à titre d'exemple, le volume d'effluents produit par la salle Témoin augmente de 27 % entre B1 et B2 ce qui correspond exactement à l'augmentation de la consommation en eau pour les animaux de cette salle. Pour les trois autres salles, l'apport d'eau lié à la technique du lisier flottant contribue aussi à l'augmentation du volume d'effluents pour les salles LF90 et LF30+60. Il impacte de manière moindre la teneur en MS des effluents à la vidange. En effet, le lisier de la salle Témoin a une teneur en MS de 7 % sur les deux bandes alors que les lisiers des salles LF90 et LF30+60/Objet ont une teneur de 7% et 6,5 % respectivement. A l'inverse, le lisier de la salle LF30+60/Paille a une teneur de 8,3 % du fait de l'apport – même faible- de paille.

2.1.6. Emissions d'ammoniac

Les porcs de la salle Témoin émettent 811,3 grammes d'ammoniac par porc pour B1 et 845,9 grammes par porc pour B2 pour la période d'engraissement (Tableau 4). Ces valeurs d'émissions sont en accord d'une part, avec celles précédemment obtenues en conditions identiques dans cette même station (Guinand et Lagadec, 2011) et d'autre part, avec celles de la littérature (Philippe *et al.*, 2011) qui proposent des valeurs entre 850 et 1000 grammes par porc élevé sur caillebotis avec stockage des lisiers en préfosse dans une salle en ventilation dynamique. Pour les deux bandes suivies, l'émission d'ammoniac des trois salles sur lisier flottant est inférieure à celle de la salle Témoin, à raison d'un abattement moyen de 28 % avec un apport unique de 90 litres et de 23 % avec un fractionnement en deux apports. Ces résultats confirment aussi les résultats de Guinand et Lagadec (2011) qui obtenaient un abattement de 20% avec un apport unique de 80 litres d'eau par porc. L'augmentation du volume d'eau avec un apport unique améliore sensiblement l'efficacité de la technique pour la réduction de l'émission d'ammoniac.

L'augmentation du volume d'eau par porc contribue à favoriser la dilution du lisier, donc à réduire sa concentration en ammoniac, à réduire le dépôt d'amas de fractions solides en fond de fosse en période de croissance et elle améliore également la solubilisation des composés odorants.

Le fractionnement des apports – un tiers du volume global à l'entrée des animaux et deux tiers au changement d'aliment – conduit à un abattement comparable aux résultats précédents

(23 % vs 20 %). Cependant l'efficacité de la technique est très différente entre les deux salles LF30+60 : moins de 10% pour la salle LF30+60/Objet et 40% pour la salle LF30+60/Paille.

Tableau 4 – Températures, consommation d'eau, volume d'effluent et émissions gazeuses pour les deux bandes

Paramètre	Salle			
	Salle Témoin	Salle LF90	Salle LF30+60/Paille	Salle LF30+60/Objet
Température salle (°C)				
B1	24,2 ± 0,8	24,0 ± 1,3	24,2 ± 0,9	23,5 ± 0,8
B2	25,7 ± 1,6	26,1 ± 1,8	25,6 ± 1,6	25,4 ± 1,7
Consommation en eau (L/p/j) ¹				
B1	7,0	6,3	7,2	6,2
B2	8,9	7,4	8,4	7,4
Volume de lisier (L/p) ¹				
B1	452	512	532	501
B2	576	582	613	535
Emissions N-NH ₃ (g/p) ¹				
B1	811,3	615,8	485,7	780,9
B2	845,9	571,6	502,2	791,8
Emissions d'odeurs (uo/h/p) ¹				
B1	1,0 10 ⁷	1,4 10 ⁷	8,0 10 ⁶	6,6 10 ⁶
B2	9,5 10 ⁶	7,8 10 ⁶	6,2 10 ⁶	7,5 10 ⁶

¹ : calculé à partir du nombre moyen de porcs présents intégrant la durée de présence de chaque porc sur la période

L'analyse des émissions d'ammoniac par période (Figure 1) montre que sur la période de croissance, les trois salles sur lisier flottant présentent des niveaux d'émissions d'ammoniac inférieurs à ceux de la salle Témoin pour les deux bandes. Ainsi, dès 30 litres d'eau par porc en début d'engraissement, les émissions d'ammoniac sont réduites d'au moins 20% par rapport à la salle Témoin sur cette période.

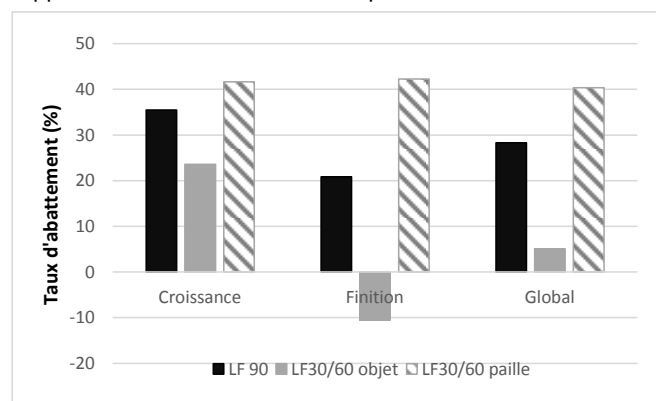


Figure 1 – Abattement en % de l'émission d'ammoniac des trois salles sur lisier flottant sur les deux bandes et par période. Sur la période de finition, les taux d'abattement sont inférieurs à ceux de la période de croissance pour les salles LF90 (21 % vs 35 %) voire négatif pour la salle LF30+60/Objet (-11 % vs 24 % ; ce taux d'abattement négatif rendant compte d'un niveau d'émission supérieur à celui de la salle Témoin).

Les résultats de la salle LF90 confirment l'analyse faite par Guingand et Lagadec en 2011 sur la réduction de l'efficacité de la technique liée à l'augmentation du volume d'effluents stocké en préfosse. A l'inverse, les résultats obtenus sur la salle LF30+60/Objet sont assez surprenants au regard des travaux disponibles soit sur la technique du lisier flottant soit sur la vidange régulière des préfosses en cours d'engraissement. En effet, Guingand observait en 2000 qu'une vidange effectuée tous les 15 jours réduisait de 20% les émissions d'ammoniac en engraissement. Il est donc surprenant que la combinaison de la vidange et de la technique du lisier flottant n'ait pas conduit à une réduction des émissions d'ammoniac sur la période de finition.

Pour la salle LF 30+60/Paille, le taux d'abattement est de 41 % sur l'ensemble de la phase d'engraissement. Malgré la faible quantité de paille utilisée par les animaux, celle-ci semble permettre une réduction de la surface et du temps de contact entre l'effluent et l'air ambiant, et limiter ainsi de manière conséquente la volatilisation d'ammoniac dans l'ambiance.

2.1.7. Bilans de masse

Les défauts de bilan de masse sur l'azote sont respectivement, pour B1 et B2, de 7, 10, 39 et 39 % et 18, 23, 7 et 23 % respectivement pour les salles Témoin, LF30+60, LF30+60/Paille et LF90. Pour B1, les défauts de bilan de masse sont acceptables pour les salles Témoin et LF30+60 mais trop élevés pour les deux autres salles sans pour autant avoir d'éléments d'explication. Pour B2, les défauts de bilans de masse sont acceptables pour l'ensemble des salles.

2.1.8. Emissions d'odeurs

Pour la salle Témoin, l'émission d'odeurs par porc est de 1,0 10⁷ uo.h⁻¹ pour B1 et de 9,5 10⁶ uo.h⁻¹ pour B2, valeurs en accord avec celles obtenues dans des conditions similaires en 2011 par Guingand et Lagadec. Les trois autres salles présentent un niveau d'émission d'odeurs inférieur à la salle Témoin pour les deux bandes à l'exception de la salle LF90 pour B1.

Dans le travail cité précédemment, le taux d'abattement sur les odeurs était de 26 % avec un apport unique de 80 litres d'eau par porc. Dans la présente étude, l'apport de 90 litres d'eau par porc conduit à un abattement moyen de seulement 18% obtenu uniquement au cours de B2. Cette moindre efficacité pourrait s'expliquer du fait de la plus grande dilution des effluents par l'eau consommée par les porcs sur l'ensemble des salles ; le niveau d'émissions d'odeurs de la salle Témoin étant lui-même inférieur. Pour le fractionnement, l'abattement moyen d'émission d'odeur des deux salles LF30+60 est de 28% sur les deux bandes, soit une valeur proche de celle obtenue par les mêmes auteurs avec un apport unique. La distinction des périodes de croissance et de finition montre une augmentation de l'efficacité sur la période de finition par rapport à la période de croissance (B1 : -10 % vs 48 % - B2 : 22 % vs 37 %). Cette efficacité croissante est encore plus nette pour la salle LF30+60/Paille au cours de B2 avec un abattement de 31 % en

période croissance et de 42 % en période finition pour un taux global de 35 % sur l'ensemble de la période d'engraissement. L'apport de paille, bien que faible dans cette étude, semble donc contribuer à limiter les échanges entre les effluents et l'ambiance pour les composés odorants, comme c'était le cas pour l'ammoniac.

CONCLUSION

L'augmentation du volume d'eau apporté (90L vs 80 L), par rapport à l'étude de Guingand et Lagadec (2011), a permis d'améliorer l'efficacité de la technique sur la volatilisation de l'ammoniac (-28% vs -20%), mais l'intérêt du fractionnement n'est apparu que dans la salle où les animaux consommaient de la paille. Dans cette situation, le taux d'abattement atteint 40% pour l'ammoniac et 28 % pour les odeurs. La distribution de paille à des animaux sur lisier flottant n'a entraîné aucun problème d'évacuation des effluents en fin de bande. Le niveau de consommation de paille pratiqué semble donc un bon compromis dans la mesure où il est efficace pour réduire les émissions d'ammoniac et d'odeur sans entraîner de problème pour l'évacuation des lisiers.

Cette étude a donc confirmé l'intérêt du lisier flottant pour la réduction des émissions d'ammoniac et d'odeurs des bâtiments d'engraissement. Du fait de sa simplicité de mise en œuvre – et en considérant néanmoins le temps de travail nécessaire à la mise en eau des salles – cette technique peut être mise en place

dans toutes les configurations d'élevage existantes. L'inconvénient d'une augmentation du volume des effluents à stocker et de la dilution de la valeur fertilisante peut être reproché à cette technique. Cependant, si elle est couplée avec la couverture des fosses extérieures de stockage des effluents, cet argument devient moins fondé, la couverture des fosses limitant par ailleurs la dilution des effluents due aux précipitations. A partir de l'exemple d'une petite région du Grand Ouest, et en intégrant l'évapotranspiration potentielle (Idele, 2017), le volume annuel d'eau de pluie serait de 295 m³ pour une fosse découverte de 25 mètres de diamètre (environ 2000 porcs produits). La hauteur totale (hauteur utile + garde) serait alors de 3,15 m. Dans les mêmes conditions climatiques et pour le même nombre de porcs élevés sur lisier flottant (90 litres par porc) mais avec une fosse couverte de même diamètre, le volume supplémentaire d'eau apporté par cette technique serait de 180 m³ soit 40% de moins que les eaux de pluie. Dans ces conditions, la hauteur totale de la fosse ne serait que de 2,70 m. Cette réduction de hauteur et donc de volume de stockage provient de la combinaison du non-stockage des eaux de pluie et d'une réduction de la hauteur de garde nécessaire (0,5 m pour les fosses découvertes contre 0,25 m pour les fosses couvertes – Idele, 2017). Ainsi, la combinaison lisier flottant et couverture des fosses permet de réduire le volume total de la fosse mais aussi de conserver l'azote ammoniacal dans les effluents stockés (moindre volatilisation d'ammoniac) tout en réduisant les odeurs émises (bâtiment et stockage).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Courboulay V., 2006. Intérêts comparés d'un objet fixé au sol ou d'un apport de paille comme matériaux d'enrichissement du milieu de vie pour le porc à l'engrais. Journées Rech. Porcine, 38, 421-426.
- Courboulay V., Guingand N., 2019. Evaluation Paille ou objets à manipuler : quelle attractivité pour le porc en croissance logé sur caillebotis? Journées Rech. Porcine, 51, xx-xx.
- Dourmad J.Y. (coord.), Levasseur P.(coord.), Daumer M., Hassouna M., Landrain B., Lemaire N., Loussouarn A., Salaün Y., Espagnol S., 2015. Évaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Elevages et Environnement, Paris, 26 pages
- GES'TIM, 2009. Guide méthodologique pour l'estimation de l'impact des activités agricoles sur l'effet de serre. Version 1.2, www.instelevage.asso.fr
- Guingand N., Lagadec S., 2011. Slurry removal: a simple way to reduce ammoniac, GHG and odours emitted by piggeries. XVth ISAH congress, July 3-7, 2011, Vienna (Austria)
- IDELE, 2017. Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcin, avicole et cunicole. Edition Fév 2017
- IFIP, 2016. Porc Performances 2015. Résultats de gestion des élevages de porcs. Références GTTT-GTE. Editions 2016.40pp.
- Massabie P., Roy H., Boulestreau-Boulay A.L., 2014. La consommation d'eau en élevage de porcs. Des leviers pour réduire la consommation d'eau en élevage de porcs. Editions IFIP.16 pp
- Philippe F.X., Cabaraux J.F., Nicks B., 2011. Ammonia emissions from pig houses: influencing factors and mitigation techniques. Agriculture, Ecosystems and Environment 141 :245-2620
- Santonia G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P. Roudier S., Delgado L., 2017. Best Available Technique (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. EURE 28674 EN. Doi :10.2760/020485