2007. Journées Recherche Porcine, **39**, 43-48.

Réduire la densité animale en engraissement quelles conséquences sur l'émission d'odeurs et d'ammoniac ?

Nadine GUINGAND
IFIP-Institut du Porc, BP3, 35651 Le Rheu Cedex

nadine.guingand@ifip.asso.fr

Avec la collaboration technique de Delphine Loiseau et du personnel de la Station Nationale d'Expérimentation Porcine de l'IFIP à Romillé (35)

Réduire la densité animale en engraissement : quelles conséquences sur l'émission d'odeurs et d'ammoniac ?

Deux modalités de densité animale ont été comparées dans des salles d'engraissement strictement identiques en vue d'étudier l'incidence sur l'émission d'odeurs et d'ammoniac. Une première salle (notée D1,43) abrite un total de 60 porcs répartis en 6 cases de 10 porcs pour une densité de 1,43 porc par m^2 alors qu'une deuxième salle (notée D1) abrite un total de 42 porcs répartis en 6 cases de 7 porcs pour une densité de 1 porc par m^2. L'essai est conduit sur deux bandes afin d'intégrer l'effet saison. La concentration en ammoniac dans l'ambiance et dans l'air extrait ainsi que la concentration en odeurs sont mesurées toutes les 2 semaines entre l'entrée en engraissement et le premier départ des porcs pour l'abattoir. Sur toute cette période, l'ensemble des paramètres de ventilation est enregistré de manière continue. Dans nos conditions d'étude, la concentration en poussières est réduite avec l'augmentation de la surface par animal. Aucun effet significatif n'est observé sur l'émission d'odeurs. A l'inverse, la concentration en ammoniac dans l'ambiance et l'émission d'ammoniac par porc et par jour sont supérieures pour un effectif animal moindre.

Reduction of stocking density: effects on odour and ammonia emission?

The aim of this study was to determine the influence of stocking density on ammonia and odour emitted by growing-finishing pig units. This trial was conducted in our experimental farm in Romillé (35) involving two identical rooms. In the first room (noted D1,43), 60 pigs were divided in 6 pens of 10 pigs each (stocking density =1,43 pig per square meter) and in the second room (noted D1, only 42 pigs were divided in 6 pens of 7 pigs each (stocking density= 1 pig per square meter). Ambient parameters were continuously recorded during the period between pig entering and first departure for slaughtering. Ammonia and dust concentrations in the ambient air and ammonia and odour concentrations in the extracted air were measured each two weeks in both rooms. In our study, reduction of stocking density involves a decrease of dust concentration but has no effect on odour emission per pig. The most significant effect is measured on ammonia concentration in the ambiance and on ammonia emission per pig. In fact, reduction of pigs in the room leads to significantly increase ammonia in the ambiance and in the extracted air.

INTRODUCTION

L'évolution de la réglementation européenne en terme de bien-être laisse envisager dans un futur proche une réduction de la densité animale conduisant à une augmentation de la surface par porc charcutier. Le parc de bâtiments actuellement existant a été conçu pour des densités de l'ordre de 1,4 porc par m^2 soit une surface de l'ordre de 0,7 m^2 par porc. Pour ces élevages, une augmentation réglementaire de la surface par porc conduirait donc à réduire le nombre de porcs par case sans autre modification dans la conception des salles.

Différentes études ont déjà été menées sur l'incidence de la densité sur le bien-être et sur les performances zootechniques sans prendre en considération l'effet sur les paramètres environnementaux à l'exception des études de Massabie et Granier (2003, 2004) qui intégraient l'effet sur les poussières et l'ammoniac dans l'ambiance.

Dans le cadre de la réglementation française obligeant les élevages de porcs soumis à autorisation à déclarer leurs émissions d'ammoniac dans certaines conditions et l'impact de la problématique odeurs dans le développement de l'élevage porcin français, il semble important de déterminer quelles peuvent être les conséquences d'une réduction de la densité sur ces paramètres environnementaux.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Caractéristiques des salles

L'étude a été mise en place au sein de l'unité pilote de la Station Nationale d'Expérimentation Porcine de l'IFIP à Romillé (35) sur deux salles d'engraissement. La conception des salles est strictement identique. Le sol est de type caillebotis béton intégral avec stockage du lisier en préfosse pendant toute la période d'engraissement. L'entrée d'air est assurée par un plafond diffuseur et l'extraction est dite basse avec cheminée.

La première salle (notée salle D1,43) abrite 60 porcs en 6 cases de 10 porcs ce qui correspond à une densité de 1,43 porc par m^2 soit une surface de 0,68 m^2 par porc. La deuxième salle (notée D1) abrite seulement 42 porcs répartis en 6 cases de 7 porcs soit une densité de 1 porc par m^2 et une surface de 0,97 m^2 par porc. La densité mise en œuvre dans la première salle est conforme aux exigences réglementaires actuellement en vigueur.

Pour intégrer l'effet saison, deux bandes de porcs charcutiers ont été mises en expérimentation : une première bande de juillet à décembre et une deuxième de décembre à avril.

1.2. Mesures réalisées

1.1.1. Sur les animaux

Les porcs ont été pesés et allotés par poids et par sexe à l'entrée en engraissement. L'alimentation est identique entre les deux salles et est de type bi-phase CORPEN avec un changement d'aliment vers 65 kg.

1.1.2. Sur l'air ambiant et extrait

Chaque campagne de mesures intègre la mesure de la concentration en ammoniac dans l'ambiance et dans l'air extrait, la concentration en odeur dans l'air extrait, la concentration en poussières dans l'ambiance ainsi que les paramètres de ventilation. Pour les deux salles, les mesures sont réalisées à la même date sur la même période de la journée. Les mesures ont été réalisées tous les 15 jours entre l'entrée en engraissement et le premier départ des porcs à l'abattoir.

La concentration massique en poussières a été mesurée par filtration. Un filtre en fibre de verre préalablement séché en étuve et pesé est inséré dans un porte-filtre, lui-même relié à une pompe à débit constant et à un compteur volumétrique. L'ensemble est installé au centre du couloir de la salle à une hauteur d'environ 1 mètre au-dessus du caillebotis. A l'issue d'une durée de prélèvement de 1 à 2 heures, le filtre est ensuite séché et pesé. La différence de poids ramené au volume d'air prélevé permet ainsi de déterminer la concentration massique en poussières exprimée en mg/m^3.

La concentration en ammoniac dans l'ambiance, exprimée en ppm, est mesurée à l'aide de tubes diffuseurs dans deux cases (première et dernière cases) par salle à raison de deux sites par case (avant et arrière) et ceci à deux hauteurs différentes (0,3 et 1 m au-dessus du caillebotis).

La concentration en ammoniac dans l'air extrait a été réalisée par prélèvement d'air au niveau de la gaine d'extraction et barbotage en solution acide. Le contenu des barboteurs est ensuite analysé en laboratoire par spectrométrie pour déterminer la concentration en ions ammonium et, ainsi, la concentration en ammoniac (exprimée en mg/m^3).

La concentration en odeurs de l'air émis par les salles a été réalisée par prélèvement d'air au niveau de la gaine d'extraction et analyse olfactométrique en laboratoire. Le prélèvement des poches d'air est effectué en accord avec la norme AFNOR NF X 43-104 et l'analyse olfactométrique selon la norme française AFNOR NF X 43-101. Ce type d'analyse permet de déterminer le facteur de dilution au seuil de perception soit la concentration en odeurs exprimée en unités odeurs par mètre cube d'air ($u.o./m^3$).

Les paramètres de ventilation sont enregistrés en continu sur toute la période d'engraissement et à une fréquence de 4 enregistrements par heure. En parallèle la vitesse d'air a été mesurée à l'aide d'un anémomètre à fil chaud au début et à la fin de chaque campagne de mesures, ainsi que la température au niveau de la gaine d'extraction.

2. RESULTATS

2.1. Paramètres d'ambiance

Pour les deux salles, les consignes de ventilation appliquées ont été identiques intra-saison. Pour une température ambiante moyenne de 24,4° C mesurée dans les deux salles, le débit moyen par porc sur les deux périodes est de 32,9 ±

14,8 m³/h/p pour une densité de 1 contre 24,9 ± 7,5 m³/h/p pour une densité de 1,43. L'écart de débit en fonction de la densité est surtout notable pour la période chaude.

2.2. Concentration en poussières

La concentration massique en poussières est de 1,61 ± 0,82 mg/m³ pour la salle D1,43 et de 1,22 ± 0,5 mg/m³ pour la salle D1 (Tableau 1). La concentration en poussières de la salle D1,43 est supérieure à celle de la salle D1 sans pour autant que la différence soit statistiquement significative.

Les mesures ont été réalisées entre l'entrée en engraissement et le premier départ pour l'abattoir. Si on ramène les valeurs à une durée d'engraissement moyenne de 105 jours, les moyennes de concentration par modalité sont respectivement de 2,17 mg/m³ pour la salle D1,43 et de 1,64 mg/m³ pour la salle D1. Guingand (2003) donne une valeur moyenne de 2,9 mg/m³ pour des porcs à l'engraissement en conditions standard soit avec une densité de 1,43 porc par m². Dans nos conditions d'étude, la concentration moyenne de la salle D1,43 est donc représentative.

L'analyse des données en fonction de la saison montre que la concentration en poussières pour les deux modalités de densité est supérieure en hiver par rapport à l'été. Cette observation rejoint celle de Guingand (2003) ainsi que celle de Massabie et Granier (2004). La réduction des débits appliqués en hiver provoque une moindre dilution de l'air vicié par l'air neuf et donc une augmentation de la concentration en poussières dans l'ambiance.

2.3. Concentration en ammoniac dans l'ambiance

La concentration en ammoniac dans l'ambiance de la salle D1,43 est de 15,6 ± 11,0 ppm et de 18,3 ± 10,6 ppm pour la salle D1 (Tableau 2). Pour les deux salles, l'analyse des données ne montre aucun effet statistiquement significatif intra-salle du site et de la hauteur de mesure. L'ambiance de chacune des deux salles impliquées dans l'étude apparaît donc comme homogène concernant la concentration en ammoniac.

En accord avec les résultats de Guingand (2003), la concentration moyenne en ammoniac est supérieure en période froide par rapport à la période chaude et ceci pour les deux modalités de densité. La réduction de la densité animale de 30 % en engraissement provoque une augmentation de la concentration moyenne en ammoniac de près de 20 % essentiellement due à une augmentation en période chaude.

2.4. Ammoniac à l'émission

L'émission d'ammoniac par porc et par jour est de 10,3 grammes pour la salle D1,43 et de 13,9 grammes pour la salle D1 (Tableau 3). La valeur mesurée pour la salle D1,43 est en accord avec la valeur de 10 grammes par porc et par jour cité dans la bibliographie dans des conditions d'élevages similaires (Guingand, 2003). Pour les deux modalités de densité, la concentration en ammoniac dans l'ambiance est supérieure pour la période froide par rapport à la période chaude et conforme aux résultats déjà obtenus en conditions identiques (Guingand, 2003). Cette différence

Tableau 1 - Concentrations moyennes en poussières (en mg/m³) en fonction de la densité et de la saison

	Nombre de porcs par m² = 1,43		Nombre de porcs par m² = 1	
	Période chaude	Période froide	Période chaude	Période froide
Concentration massique en poussières (en mg/m³)	1,07 ± 0,38	2,06 ± 0,82	0,89 ± 0,31	1,45 ± 0,49
	1,61 ± 0,82		1,22 ± 0,50	

Tableau 2 - Concentrations moyennes en ammoniac (en ppm) en fonction de la densité et de la saison

	Nombre de porcs par m² = 1,43		Nombre de porcs par m² = 1	
	Période chaude	Période froide	Période chaude	Période froide
Moyenne par période	9,0 ± 5,4	21,0 ± 11,4	13,9 ± 10,3	22,0 ± 9,4
Moyenne ensemble	15,6 ± 11,0		18,3 ± 10,6	

Tableau 3 - Emission d'ammoniac en fonction de la densité et de la saison

	Nombre de porcs par m² = 1,43		Nombre de porcs par m² = 1	
	Période chaude	Période froide	Période chaude	Période froide
Concentration en ammoniac (en mg/m³) dans l'air extrait	12,9 ± 2,6	24,1 ± 5,0	18,0 ± 2,8	24,1 ± 8,6
	21,34 ± 7,08		18,99 ± 7,04	
Emission d'ammoniac (en g/j/p)	7,8 ± 1,6	12,3 ± 2,9	14,6 ± 2,8	13,4 ± 3,8
	10,3 ± 3,3		13,9 ± 3,3	
Quantité d'ammoniac émise par porc charcutier produit (en kg)	0,91	1,22	1,44	1,31
	1,07		1,37	

s'explique par l'influence du débit de ventilation, inférieure en période froide, qui conduit à une moindre dilution de l'air vicié par l'air neuf, donc aussi de la concentration en ammoniac dans l'ambiance.

L'effet de la réduction de la densité est statistiquement significatif sur la concentration en ammoniac dans l'air extrait et sur l'émission par porc et par jour et ceci uniquement durant la période chaude (P<0,001). Si les valeurs mesurées en période froide sont systématiquement en défaveur d'une réduction de la densité, l'écart n'est cependant pas statistiquement significatif.

La quantité d'ammoniac émise par porc produit a été calculée à partir des données d'émission et de la durée d'engraissement pour chaque bande. Pour les porcs élevés dans la salle D1,43, la quantité d'ammoniac émise par porc est de l'ordre de 1 kg alors qu'elle avoisine 1,4 kg pour la salle D1. Dans nos conditions d'étude, une réduction de la densité de 30 % provoque une augmentation de l'émission d'ammoniac variant entre 90 et 530 grammes par porc respectivement pour la période froide et la période chaude soit une augmentation moyenne de 300 grammes soit une augmentation de 28 % .

2.5. Emission d'odeurs

L'émission moyenne d'odeurs par porc et par jour est de 1,71 10^6± 0,41 10^6 unités odeurs pour la salle D1,43 et 1,77 10^6 ± 0,24 10^6 unités odeurs pour la salle D1 (Tableau 4).

Pour les deux modalités de densité, la concentration en odeurs est supérieure en période froide par rapport à la période chaude. Cependant, par période, aucun effet de la densité sur la concentration en odeurs ne peut être mis en évidence. Guingand (2003) donne une valeur de 3 10^6 unités odeurs par porc charcutier et par jour, valeur obtenue dans des conditions similaires de densité mais avec des débits appliqués par porc supérieurs à ceux mesurés dans notre étude. Le plus faible débit explique ici pourquoi les valeurs d'émission d'odeurs obtenues sont inférieures à celles citées dans la bibliographie. L'émission moyenne d'odeurs par porc et par jour ne présente pas de différence significative entre les deux modalités de densité étudiées dans cette étude.

3. DISCUSSION

La concentration en poussières en suspension dans l'air est réduite de l'ordre de 25 % avec une réduction de l'ordre de 30 % de la densité animale. Les poussières sont principalement d'origine alimentaire mais proviennent aussi de la dessiccation des fécès et de la desquamation de l'épiderme des animaux (Honey et Mc Quitty, 1979). Avec une densité réduite, le nombre d'animaux est réduit et par voie de conséquence la quantité d'aliment en présence dans la salle. Il apparaît donc logique que la concentration en poussières soit inférieure avec une densité réduite.

Dans nos conditions d'étude, la réduction de la densité de 1,43 à 1 provoque une augmentation de la concentration en ammoniac dans l'ambiance et à l'émission. Une augmentation de la concentration en ammoniac peut résulter d'une augmentation de l'azote volatilisable et/ou d'un taux de volatilisation supérieur. L'analyse des performances zootechniques présentée par Courboulay (2005) sur les animaux impliqués dans cet essai montre sur les deux bandes une amélioration des performances zootechniques des porcs avec une densité plus faible. Cette amélioration des performances concerne une amélioration du Gain Moyen Quotidien (GMQ) par augmentation de la consommation d'aliment sans modification de l'indice de consommation (IC). Ces observations sont confirmées par celles de Massabie et Granier (2003, 2004) sur des modalités de densité comparables. L'augmentation de la consommation alimentaire engendre donc une augmentation de la quantité d'azote excrétée et donc de l'azote volatilisable par porc. De plus, avec une réduction du nombre d'animaux par case, la surface de préfosse par porc est donc supérieure provoquant une augmentation des échanges entre le lisier et l'ambiance, phénomène déjà observé par Aarnink (1997). La réduction du nombre d'animaux par salle provoque une diminution de la quantité et de la hauteur de lisier stocké dans la préfosse. Le pool d'ions ammonium disponibles dans le lisier peut donc potentiellement migrer plus rapidement vers la surface au fur et à mesure de la volatilisation de l'ammoniac et ainsi contribuer à l'augmentation de l'émission d'ammoniac particulièrement au niveau de l'air extrait. Ainsi, dans nos conditions d'étude, le potentiel de volatilisation d'ammoniac par le lisier est amplifié par l'augmentation de la quantité d'azote excrété combinée avec une augmentation des surfaces d'échanges entre le lisier, l'ambiance et l'air extrait.

Concernant l'émission d'odeurs par porc et par jour, aucun effet de la densité n'a été observé. L'absence de corrélation entre l'émission d'odeurs et d'ammoniac est une fois de plus montrée dans cette étude en accord avec des résultats déjà publiés (Guingand, 2000 ; Verdoes et Ogink, 1997). Si l'augmentation de la surface de contact entre le lisier et l'ambiance est un facteur accroissant la volatilisation d'ammoniac, ce paramètre apparaît avoir peu d'effet sur la volatilisation des composés odorants, phénomène déjà observé

Tableau 4 - Emission d'odeurs en fonction de la densité et de la saison

	Nombre de porcs par m^2 = 1,43		Nombre de porcs par m^2 = 1	
	Période chaude	Période froide	Période chaude	Période froide
Concentration en odeurs (en u.o./m^3) dans l'air extrait	2675 ± 170	3720 ± 1688	2300 ± 141	3400 ± 700
	3255 ± 1319		2771 ± 720	
Emission d'odeurs par porc et par jour (en 10^6 u.o./p/j)	1,68 ± 0,2	1,72 ± 0,55	1,88 ± 0.9	1,63 ± 0,33
	1,71 ± 0,41		1,77 ± 0,24	

par Guingand (2003a). La propreté des sols et des animaux serait prépondérante sur l'évolution de l'émission d'odeurs. Dans nos conditions d'étude, l'analyse des notes de propreté des porcs et des sols faite par Courboulay (2005) dans le volet bien-être de cette étude, ne met pas en évidence de différence significative entre les deux modalités de densité, expliquant ainsi l'absence d'effet sur les odeurs.

CONCLUSION

Cette expérimentation a permis d'étudier l'influence de la réduction de la densité animale sur certains paramètres environnementaux. Dans nos conditions d'étude, la concentration en poussières est réduite de manière quasi-proportionnelle à l'effectif animal alors que l'émission d'odeurs par porc et par jour est équivalente entre les deux modalités de densité. Seule la concentration en ammoniac dans l'ambiance et l'émission par porc et par jour sont altérées de manière considérable par la réduction de l'effectif animal. Dans un contexte d'obligation de déclaration des émissions polluantes dont l'ammoniac fait partie pour les élevages de porcs soumis à autorisation, il ne semble donc pas souhaitable de réduire la densité animale. Si l'augmentation des performances via le GMQ a déjà été montré dans des publications antérieures, le surcoût occasionné par la réduction de la densité n'est pas compensé par cette amélioration des performances (Gourmelen et al., 2000 ; Courboulay, 2005). De plus, l'effet bénéfique attendu d'une réduction de la densité sur le bien-être des porcs n'a pas été clairement mis en évidence dans les essais menés par Courboulay (2005). Si on envisage dans un futur plus ou moins proche une évolution plus stricte de la réglementation sur les émissions gazeuses comme l'ammoniac avec une taxation proportionnelle aux quantités émises, la réduction des effectifs par salle ne pourra se faire dans le parc actuel de bâtiments sans un réaménagement complet en terme de conception ce qui conduira donc à des investissements conséquents pour les éleveurs de porcs.

REMERCIEMENTS

Étude financée au titre du programme national de développement agricole et rural.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aarnink A.J.A., 1997. Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour, Thesis, Wageningen Agric. University, The Netherlands, 175 pp.
- Courboulay V., 2005. Conséquences d'une augmentation de la surface par animal sur les performances, les lésions et le comportement du porc à l'engrais. Journées Rech. Porcine, 37, 465-470.
- Gourmelen C., Salaün Y., Rousseau P., 2000. Incidences économiques des évolutions réglementaires relatives au bien-être du porc, ITP éditions.
- Guingand N., 2000. Influence de la vidange des préfosses sur l'émission d'ammoniac et d'odeurs par les porcheries d'engraissement. Journées Rech.Porcine, 32, 83-88.
- Guingand N., 2003. Qualité de l'air en bâtiment et stades physiologiques. TechniPorc, 26, 3, 17-24.
- Guingand N., 2003a. 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.
- Honey L.F., Mc Quitty J.B., 1979. Some physical factors affecting dust concentrations in a pig facility, Can. Agric. Engineering 21(1), 9-14.
- Massabie P., Granier R., 2004. Incidence de la réduction de la densité animale en engraissement sur la qualité de l'ambiance et son impact sur les performances. Journées Rech. Porcine, 36, 395-402.
- Massabie P., Granier R., 2003. Comparaison de deux densités animales en porcherie d'engraissement pour une température ambiante de 20 ou 24°C. Journées Rech. Porcine, 35, 171-178.
- Verdoes N., Ogink N.W.M., 1997. Odour emission from pig houses with low emission. In "Ammonia and odour control from production facilities", Vinkeloord, The Netherlands, October 6-10, 358-365.