

Comparaison caillebotis partiel et caillebotis intégral en engraissement

Effets sur les performances zootechniques et sur l'émission d'ammoniac

Nadine GUIGAND (1), R.GRANIER (2)

Institut Technique du Porc, Pôle Techniques d'Élevage

(1) B.P.3, 35651 Le Rheu Cedex

(2) Station Expérimentale Porcine, 12200 Villefranche-de-Rouergue

Avec la collaboration technique du personnel de la station de Villefranche-de-Rouergue

Comparaison caillebotis partiel et caillebotis intégral en engraissement : effets sur les performances zootechniques et sur l'émission d'ammoniac

L'objectif de l'étude est de déterminer l'influence de la réduction de 50 % de la surface en caillebotis en engraissement sur les performances zootechniques et sur l'émission d'ammoniac. Deux bandes de 112 porcs réparties en deux salles de 4 cases de 14 porcs ont été mis en expérimentation de mai 1999 à février 2000. Aucun effet du type de sol n'a été mis en évidence sur les performances zootechniques des animaux des deux bandes. En moyenne, la concentration en ammoniac dans l'ambiance de la salle sur caillebotis partiel est de 14,5 ppm alors qu'elle n'est que de 10 ppm dans la salle sur caillebotis intégral. L'émission d'ammoniac de la salle sur caillebotis partiel est supérieure à celle de la salle sur caillebotis intégral et ceci particulièrement durant la période estivale (11,2 g/l/porc vs 6,2 g/l/porc pour le caillebotis intégral). La comparaison de nos résultats avec les études néerlandaises mettent en évidence des modes de gestion de l'ambiance différentes probablement responsables des différences observées. Dans notre étude, le gisoir ressort comme étant une source considérable d'émission d'ammoniac expliquant l'augmentation importante d'émission d'ammoniac avec un sol de type caillebotis partiel. La mise en place stricte du caillebotis partiel ne doit pas s'envisager dans les élevages actuels sans un remodelage complet de la gestion de la ventilation.

Experiment to study the effects of a partially or totally slatted floor during the growing/finishing period on growth performance and ammonia emissions

The aim of this study was to determine the effect of a partially slatted floor compared to a totally slatted floor on growth performance and ammonia emissions from a fattening building. Between May 1999 and February 2000, successively two groups of 112 pigs were divided between two rooms and in each room there were 4 pens of 14 pigs. The two rooms used in this study were identical except for the type of flooring: the first, had a totally slatted floor and the second, a partially slatted floor (50 % of the pen floor area). Growth performance was identical in both rooms. Average ammonia concentrations in the room with the partially slatted floor were 14.5 ppm while they were only 10 ppm in the room with the totally slatted floor, this was particularly true during the summer period (11.2 g/d/pig vs 6.2 g/d/pig, respectively). Our results do not agree with those obtained in Dutch studies, probably due to differences in the way buildings are managed. In our study, the main source of ammonia emissions was the solid floor in the partially slatted room. In conclusion, it would not be wise to advise that totally slatted floors be replaced by partially slatted floors without taking into account the way in which buildings are ventilated.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, le contexte environnemental des élevages porcins a beaucoup changé. Un certain nombre de paramètres, liés à l'environnement mais aussi au bien-être des porcs, sont depuis peu pris en considération par l'opinion publique quant à son jugement sur le bien-fondé de l'élevage porcine tel qu'il est pratiqué en France. Les pays du Nord, essentiellement les Pays-Bas, pratiquent depuis près de 10 ans, une politique intense de recherche sur les différentes voies de réduction possibles d'émissions par les porcheries de certains gaz tels que l'ammoniac. Une des solutions envisagées par les néerlandais consiste au retour des sols de type caillebotis partiel en engraissement. Cette pratique abandonnée depuis près de 20 ans en France soulève un certain nombre d'interrogations.

Une étude a donc été mise en place pour comparer dans des conditions identiques, l'incidence du type de sol, caillebotis partiel/caillebotis intégral, sur les performances zootechniques des animaux mais également sur la concentration en ammoniac dans l'ambiance et à l'émission.

Cette étude fait partie d'un programme global que l'ITP a mis en place en 1999 visant à concevoir un système de logement des porcs intégrant la réduction de la surface en caillebotis en engraissement permettant de maintenir les performances zootechniques tout en réduisant au maximum les rejets gazeux par les bâtiments et en optimisant le bien-être des porcs.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Bâtiments expérimentaux

L'étude a été réalisée à la station d'Expérimentation ITP dans le bâtiment PILOTE composé de deux salles d'engraissement abritant chacune 56 porcs répartis en quatre loges de 14 animaux. L'expérimentation a porté sur deux bandes soit un total de 224 porcs charcutiers entre mai 1999 et février 2000.

Dans les deux salles, la surface par porc est de 0,73 m².

Pour la salle sur caillebotis partiel (CP), 50 % de la surface est en gisoir béton. La capacité de stockage des déjections dans la salle est donc réduite de moitié. Le gisoir peut être raclé ou balayé tous les jours en fonction des salissures si cela s'avère nécessaire. Lors de chaque vidange, le lisier est volumé et un échantillon est prélevé pour analyses. L'extraction d'air est pour moitié assurée par voie basse sous le caillebotis et pour moitié dans la masse. Cette mixité de l'extraction est une des conséquences directes de la mise en place d'un gisoir dans un bâtiment initialement conçu en caillebotis intégral et extraction basse.

Pour la salle sur caillebotis intégral (CI), l'air est extrait sous le caillebotis (extraction basse). Le lisier est stocké pendant toute la période d'engraissement dans la préfosse sous les animaux. Un échantillon moyen est prélevé à la vidange pour analyses.

1.2. Mesures sur les animaux

Le premier essai (notée bande d'été), s'est déroulé du 19 mai 1999 au le 21 septembre 1999. Pour la bande d'hiver, l'entrée en engraissement a été réalisée le 18 octobre 1999 et le dernier abattage a eu lieu le 01 février 2000.

Les animaux sont allotés par poids et par sexe pour obtenir à l'entrée en engraissement un poids moyen identiques entre les deux salles. Ils sont ensuite pesés individuellement tous les 14 jours et au départ à l'abattoir.

Les deux essais ont été conduits avec un aliment croissance et un aliment finition, avec changement vers 65 kg. Leur valeur énergétique est respectivement de 9,6 et 9,8 MJ EN/kg, leur teneur en lysine totale est de 10,5 g/kg et 9,3 g/kg et ils présentent une teneur en MAT de 17,0 et 16,3. Sous forme granulée, il est apporté tous les jours au nourrisoupe, les quantités étant égalisées pour les deux traitements. Un bilan de la consommation est effectué par quinzaine et par case. Il en est de même de la consommation d'eau, les compteurs étant relevés quotidiennement.

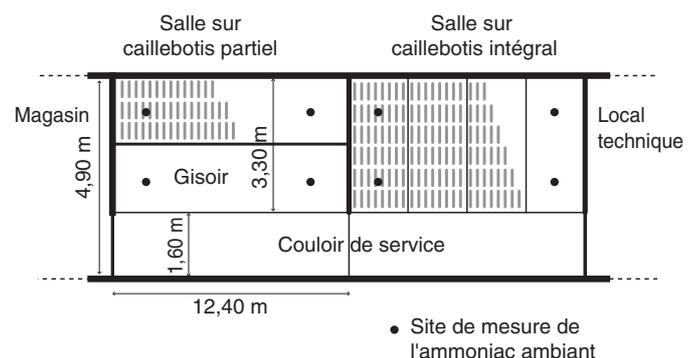
A l'abattage, les poumons sont examinés et notés individuellement ainsi que la teneur en viande maigre.

Chaque semaine, une note globale de propreté avec trois modalités (propres, tachetés et sales) est affectée aux animaux.

1.3. Mesures sur l'ambiance.

La concentration en ammoniac dans l'ambiance, exprimée en ppm, est mesurée tous les 15 jours à l'aide de tubes diffuseurs sur quatre sites par salle (figure 1) à une hauteur d'environ un mètre. La concentration en ammoniac dans l'air extrait est réalisée par la méthode du barbotage en solution acide sur une période de 7 jours environ tous les 14 jours. La température (°C), l'hygrométrie (%) ainsi que le débit de ventilation (m³/h) sont enregistrés en continu durant toute la phase d'engraissement. La maîtrise de l'ambiance est identique pour les deux salles, la température de consigne étant fixée à 24°C pour une plage de variation de 5°C. Le débit de ventilation varie de 8 m³/h/porc à 80 m³/h/porc

Figure 1 - Schéma du bâtiment pilote



2. RÉSULTATS

2.1. Performances zootechniques

Les performances zootechniques des porcs mis en expérimentation ne présentent pas de différence statistiquement significative en fonction du type de sol (tableau 1).

2.2. Ammoniac

2.2.1. Concentrations en ammoniac dans l'ambiance

Les concentrations en ammoniac mesurées dans l'ambiance de la salle en CI sont en accord avec celles déjà mesurées par d'autres équipes (WATHES, 1998 - MASSABIE et al., 1999 - GUINGAND, 2000). Les concentrations mesurées en hiver, indépendamment du type de sol, sont toujours supérieures, et ceci de manière statistiquement significative, à celles mesurées en été. Les niveaux de concentration mesurés sont inférieurs à la Valeur Moyenne d'Exposition

(VME ammoniac = 25 ppm) préconisée par l'INRS (1986). Cependant, le niveau mesuré en hiver sur du CP est très proche de cette valeur.

En moyenne, la concentration en ammoniac dans l'ambiance de la salle sur CP est toujours supérieure, et ceci de manière statistiquement significative ($Pr < 0,05$) à celle mesurée sur CI. Ceci confirme les résultats déjà obtenus par FITAMANT et al. (1999). La concentration en ammoniac au-dessus du gisoir est toujours supérieure et ceci quelque soit la bande considérée, à celle mesurée sur la même zone (avant caillebotis) dans la salle en CI. De même, la concentration en ammoniac au-dessus du caillebotis dans la salle sur CP est toujours supérieure à celle mesurée sur la même zone dans la salle sur CI.

2.2.2. Émission d'ammoniac

La figure 2 (émission en été) illustre l'évolution de l'émission d'ammoniac (en grammes par heure) au cours de l'engraissement en période chaude. Le niveau d'émission par période

Tableau 1 - Performances zootechniques des animaux selon le type de sol et la saison

	Paramètres zootechniques	Caillebotis partiel	Caillebotis intégral
Été	Poids moyen à l'entrée (kg)	23,5 ± 0,7 (a)	23,5 ± 0,7 (a)
	Poids moyen à l'abattage (kg)	109,8 ± 4,4 (a)	109,0 ± 3,0 (a)
	Durée de présence (j)	113,8 ± 8,6 (a)	114,0 ± 8,6 (a)
	GMQ (g/j)	761,3 ± 56,8 (a)	754,2 ± 57,9 (a)
	Indice de Consommation (kg/kg)	2,54 ± 0,11 (a)	2,57 ± 0,04 (a)
	TVM (%)	59,5 ± 2,8(a)	59,9 ± 2,5(a)
	Répartition des animaux (propres - tachetés - sales) (%)	61/39/0	100/0/0
Hiver	Poids moyen à l'entrée (kg)	25,3 ± 1,2 (a)	25,2 ± 1,2 (a)
	Poids moyen à l'abattage (kg)	112,9 ± 6,2 (a)	113,7 ± 5,5 (a)
	Durée de présence (j)	101,9 ± 6,5 (a)	100,0 ± 7,0 (a)
	GMQ (g/j)	862,7 ± 78,6 (a)	888,1 ± 71,9 (a)
	Indice de Consommation (kg/kg)	2,62 ± 0,09 (a)	2,57 ± 0,11 (a)
	TVM (%)	58,6 ± 3,7(a)	58,9 ± 3,3(a)
	Répartition des animaux (propres - tachetés - sales) (%)	32/53/15	78/22/0

(a,b) sur une même ligne par bande, les valeurs non suivies de la même lettre présentent une différence statistiquement significative au seuil de 5 %

Tableau 2 - Concentrations moyennes en ammoniac dans l'ambiance en fonction du type de sol et de la saison

	Caillebotis Partiel (CP)		Caillebotis Intégral (CI)	
	gisoir	caillebotis	avant	arrière
Bande d'été - 6992	5,4 ± 1,4 (a)(β)	6,4 ± 1,5 (a)(β)	4,0 ± 1,3 (a)(β)	4,4 ± 1,4 (a)(β)
	5,9 ± 1,5 (x)		4,2 ± 1,1 (y)	
Bande d'hiver - 6993	20,0 ± 10,1 (a) (α)	27,2 ± 14,7(a) (α)	14,9 ± 3,3 (a)(α)	15,2 ± 3,6 (b)(α)
	23,6 ± 12,3 (x)		15,0 ± 3,2 (y)	
Moyenne des deux études	12,7 ± 10,3(a)	16,8 ± 14,7(a)	9,4 ± 6,1(a)	9,8 ± 6,2 (a)
	14,5 ± 12,6(x)		10,1 ± 5,6 (y)	

Les valeurs non suivies de la même lettre présentent une différence statistiquement significative au seuil de 5%

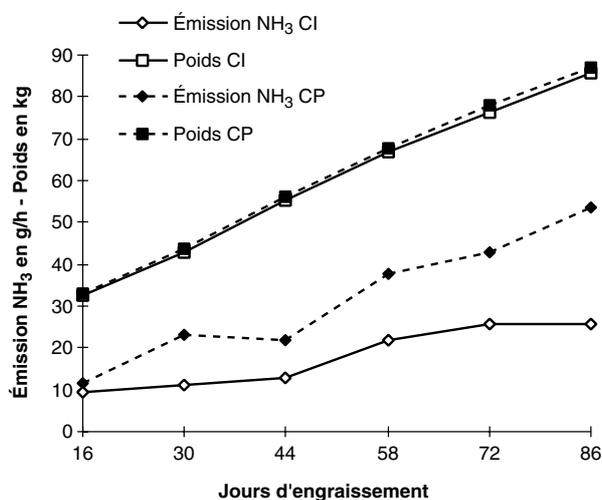
(a,b) : effet site inter type de sol et intra-bande (en ligne)

(α, β) : effet bande par site et par type de sol (en colonne)

(x,y) : effet type de sol intra-bande sur les valeurs par bande (en ligne)

de mesures augmente parallèlement à l'augmentation du poids des animaux. Ces résultats confirment ceux déjà publiés par ROM et DAHL (1997) et GUSTAFSSON (1987).

Figure 2 - Évolution de l'émission d'ammoniac en fonction du poids des porcs selon le type de sol



En été et en hiver, la concentration en ammoniac mesurée dans l'air extrait de la salle sur caillebotis partiel est supérieure à celle mesurée dans l'air extrait de la salle sur caillebotis intégral et ceci de manière statistiquement significative (tableau 3). En été, les débits moyens appliqués aux deux salles étant équivalents, l'émission moyenne de la salle sur CP est statistiquement supérieure à celle de la salle sur CI. En hiver, la température ambiante de la salle CI est supérieure de 0,5°C à la température ambiante de la salle CP entraînant un débit de renouvellement d'air légèrement supérieur pour la salle CI. C'est pourquoi les émissions des deux salles sont équivalentes en hiver.

2.3. Lisiers

Les volumes et les caractéristiques des lisiers sont très proches entre les deux types de sol pour la bande hivernale (tableau 4). A l'inverse, en été, le volume de lisier vidangé est très inférieur pour la salle CP et il est plus concentré.

3. DISCUSSION

La majorité des études réalisées sur l'influence de la mise en place d'une aire pleine sur une partie du sol sur l'émission d'ammoniac est attribuable à l'équipe néerlandaise d'AARNINCK. Pour ce dernier, l'émission moyenne d'ammoniac est estimée à près de 10 grammes par jour et par porc pour du caillebotis intégral alors qu'elle est réduite à 6,4 g/i/p pour des salles avec 50 % de caillebotis (AARNINCK et al., 1995). Dans notre étude (tableau 3), l'émission moyenne par jour et par porc sur caillebotis intégral n'est que de 7,8 grammes, valeur inférieure de 20 % à celle citée et prise comme référence par AARNINCK et al. (1996). L'émission moyenne calculée dans notre étude est en accord avec des valeurs obtenues et publiées antérieurement (GUSTAFSSON, 1987- HOEKSMAN et al., 1992 - GRANIER et al., 1996 - GUINGAND, 2000).

Dans notre étude, l'émission moyenne avec 50 % de caillebotis est de 10,4 g/i/p soit supérieure de 57 % à celle citée par AARNINCK et al. (1995). Pour ce dernier, en 1996 (b), 23 % de l'émission d'ammoniac est imputable au gisoir alors que les 77 % restants proviennent de la préfosse lorsque 50 % de la surface de la case est en caillebotis. Cette répartition, avec nos résultats, aboutirait à 2,4 g/i/p émis par le gisoir et 8 g/i/p émis par la préfosse, ce qui correspond à la valeur moyenne d'émission par le caillebotis intégral (7,8 g/i/p). Ainsi, dans nos conditions expérimentales, la réduction de 50 % de la surface de préfosse n'entraîne aucune réduction de l'émission globale de la salle.

Tableau 3 - Concentrations moyennes d'ammoniac dans l'air extrait et émissions en fonction du type de sol et de la bande

		Caillebotis partiel	Caillebotis intégral
Bande d'été	Concentration en NH₃ (mg/m ³)	9,74 ± 3,87 (a)	5,45 ± 1,43 (b)
	Débit moyen (m ³ /h)	3156 ± 689 (a)	3217 ± 833 (a)
	Émission de NH₃ (g/h)	31,76 ± 15,59 (a)	17,85 ± 7,53 (b)
	Émission par porc (g/i)	11,20	6,2
Bande d'hiver	Concentration en NH₃ (mg/m ³)	24,85 ± 3,50 (a)	19,67 ± 3,97 (b)
	Débit moyen (m ³ /h)	1003 ± 97 (b)	1219 ± 175 (a)
	Émission de NH₃ (g/h)	24,75 ± 3,16 (a)	23,66 ± 4,05 (a)
	Émission par porc (g/i)	9,6	9,4

(a,b) les valeurs non suivies de la même lettre présentent une différence statistiquement significative au seuil de 5 %

Tableau 4 - Composition des lisiers et quantités produites par porc présent par type de sol et par bande

	Type de sol	Nombre de vidanges	Volume de lisier vidangé (l)	Extrait sec (g/l)	Azote total (gN/l)	Azote ammoniacal (gN/l)
Été	CP	2	10788	122,10*	8,81*	6,89*
	CI	1	13152	101,60	7,70	5,95
Hiver	CP	3	16887	99,40*	7,87*	5,79*
	CI	1	15627	100,90	7,80	5,83

* Valeurs moyennes calculées à partir des résultats des analyses faites à chacune des vidanges

La différence entre les deux types de sol est surtout marquée en été (11,2 vs 6,2 g/i/p) alors qu'en hiver, les niveaux d'émissions sont très proches (9,6 g/i/p pour le CP vs 9,4 g/h/porc pour le CI). La comparaison des conditions expérimentales néerlandaises et française met en évidence deux points :

- Dans nos conditions, la température ambiante est en moyenne, sur la bande d'été, égale à 27,5 °C alors que pour AARNINCK et al. (1996a), sur la même période de l'année, elle est égale à 23,6°C soit 4°C de moins. Dans les deux situations, les débits de ventilation sont très proches (1331 m³/heure/porc pour l'étude néerlandaise - 1429 m³/heure/porc pour l'étude ITP). Pour l'étude néerlandaise, l'air entrant est refroidie par un système d'échange de chaleur qui permet de diminuer la température ambiante sans augmenter le débit de ventilation. GRANIER et al. (1996) ont montré qu'entre 24 et 28°C, à débits identiques, l'émission d'ammoniac augmentait de 15 % à 28°C. Cette augmentation de la température ambiante dans nos conditions expérimentales expliquerait donc, en partie, la différence d'effet du caillebotis partiel avec les résultats néerlandais. De plus, une température ambiante plus fraîche agit sur le comportement des porcs. Pour AARNINCK et al. (1996a), la proportion d'animaux couchés sur le gisoir est supérieure à 70 % durant toute la phase d'engraissement. Dans notre étude, dès la première semaine d'engraissement, seulement 50 % des animaux sont couchés sur le gisoir. Ainsi, en été, sur caillebotis intégral, 100 % des animaux sont notés « propres » et seulement 60 % sur caillebotis partiel. Le gisoir et les animaux salis deviennent donc une source d'émission d'ammoniac ce qui agit directement sur la concentration dans l'ambiance et à l'émission. De plus, des gisoirs humides en période estivale favorisent l'évaporation expliquant ainsi la diminution du volume de lisier mesuré pour la salle CP (≈ 40 l/porc).

En hiver, dans les conditions néerlandaises, le gisoir est équipé d'un serpentín d'eau chauffée, ce qui permet de rendre cette zone confortable pour les animaux. La zone de déjections est ainsi bien identifiée comme étant la zone sur caillebotis (99 % des défécations dans la zone sur caillebotis - AARNINCK et al. (1996a)). Dans nos conditions, sans chauffage du gisoir, plus de la moitié des animaux sont couchés sur le caillebotis, considérant ainsi le gisoir comme leur zone de déjections. L'émission d'ammoniac par le gisoir et par les animaux salis est donc importante dans nos conditions, pendant la période hivernale. La réduction des débits de ventilation en hiver combinée avec la dégradation de la propreté de la case et des animaux contribue à l'augmentation de la concentration en ammoniac dans l'ambiance de la salle sur CP (tableau 2, p 33).

- L'extraction d'air est assurée à 100% par la voie haute dans les études d'AARNINCK (1995, 1996a, 1996b) alors que, dans nos conditions expérimentales, le système d'extraction est mixte (50 % extraction haute + 50 % extraction basse).

Une étude antérieure (MASSABIE et al., 1999) a montré qu'avec des débits élevés, correspondant à la période estivale, l'extraction haute augmente l'émission d'ammoniac de 30 %. Pour de débits faibles, période hivernale, aucun effet de l'extraction haute n'a été mise en évidence sur l'émission d'ammoniac. Dans notre étude, la mise en place du caillebotis partiel n'entraîne pas de différence d'émission d'ammoniac de la salle en période hivernale (tableau 3).

La quantité d'azote total et d'azote ammoniacal présente dans le lisier par porc est très proche entre les deux salles et ceci quel que soit la bande considérée (tableau 4). Dans nos conditions expérimentales, il est possible que l'émission d'ammoniac par la préfosse soit réduite du fait de la réduction de surface mais probablement pas de moitié comme le suppose AARNINCK et al. (1995, 1996a). Cependant, la concentration en ammoniac mesurée au-dessus de la zone en caillebotis dans la salle sur CP est toujours supérieure à celle mesurée sur la même zone dans la salle sur CI. La présence de déjections sur le gisoir et sur les animaux favorise la volatilisation d'ammoniac expliquant les valeurs supérieures mesurées avec du caillebotis partiel. Lors du raclage quotidien des gisoirs, les déjections appauvries en azote mais riches en matière sèche (particulièrement en période chaude) participent à augmenter la teneur en azote et en matière sèche du lisier stocké dans la préfosse.

Ainsi, dans nos conditions d'études, en hiver, le gisoir émettrait autant d'ammoniac que la surface équivalente en caillebotis. En été, sans système de refroidissement de l'air, le gisoir émettrait deux fois plus d'ammoniac que sa surface équivalente en caillebotis.

CONCLUSION

Une des premières particularités de cette étude réside dans son caractère appliqué malgré son contexte expérimental. L'aménagement de la salle sur caillebotis partiel a été réalisée à partir d'une salle initialement conçue sur caillebotis intégral en extraction basse. Dans nos conditions expérimentales, la réduction de la surface en caillebotis dégrade de manière notable la qualité de l'air dans les bâtiments en augmentant d'une part la concentration en ammoniac dans l'ambiance mais aussi l'émission d'ammoniac dans l'atmosphère.

La mise en place du caillebotis partiel dans les porcheries existantes en France ne semble donc pouvoir s'envisager comme une simple modification du type de sol. Il semble indispensable de revoir intégralement la conception des bâtiments que ce soit en terme de gestion des déjections mais surtout en terme de gestion de l'ambiance. Le gisoir et son état de propreté ressortent comme étant une source importante de volatilisation d'ammoniac. Des prochaines études devraient préciser si la mise en place d'une partie pleine au niveau de l'aire de couchage est une solution réaliste pour la réduction des émissions d'ammoniac et des odeurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AARNINCK A.J.A., VAN DEN BERG A.J., 1995. Pigs Misset 11(6), 36-39.
- AARNINCK A.J.A., VAN DEN BERG A.J., KEEN A., et al., 1996 a. J. agric.Engng Res., 64, 299-310.

- AARNINCK A.JA., VAN'T KLOOSTER C.E.E., 1996 b. AgEng Madrid Paper 96E-008.
- FITAMANT D., QUILLIEN J.P., CALLAREC J., et al., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31,99-104.
- GRANIER R., GUINGAND N., MASSABIE P., 1996. Journées Rech. Porcine en France, 28,209-216.
- GUINGAND N., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 83-88.
- GUSTAFSSON G., 1987. ASAE, 9-22. ASAE Éd. St Joseph. Mich.
- HOEKSMAN P., VERDOES J., OOSTHOEK J., VOERMANS J.A.M., 1992. Livestock Production Science 31, 121 - 132.
- MASSABIE P., GRANIER R., GUINGAND N., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 139-144.
- ROM H.B., DAHL P.J., 1997. In : « Livestock Environment V », Bloomington, Minnesota, May 29-31, 71-77.
- WATHES C.M., 1998. Proceeding of the 15 th IPVS Congress, Birmingham, England 5-9 July 1998.