

Mise en œuvre d'un plan d'alimentation élaboré par simulations à partir d'une population virtuelle de porcs pour permettre une maîtrise de la variabilité du poids en fin d'engraissement

Comparaison des performances de croissance *in vivo* et *in silico*

Ludovic BROSSARD (1), Jaap VAN MILGEN (1), Bertrand VAUTIER (1,2), Nathalie QUINIOU (2)

(1,2) Unité Mixte Technologique Ingénierie des systèmes de production porcine

(1) INRA - Agrocampus Ouest, UMR1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France

(2) IFIP- Institut du Porc, BP 35104, 35651 Le Rheu cedex, France

ludovic.brossard@rennes.inra.fr, nathalie.quiniou@ifip.asso.fr

Avec la collaboration de J.P. COMMEUREUC, B. PELTIER, P. ROCHER, D. LOISEAU, R. RICHARD et F. GAËL, et le financement du CASDAR et de l'appel à projets « Recherche finalisée et innovation » du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.

Application of a feeding strategy designed by simulation from a virtual population of pigs to control the variability of weight at the end of fattening - Comparison of *in vivo* and *in silico* growth performance

In a previous study where simulations were performed on a virtual population of 2000 (Large White x Landrace) x (Large White x Piétrain) pigs, it was suggested that a feed restriction could improve the homogeneity of body weight (BW) at first departure (BW1) to the slaughter house. Growth performance obtained with two feeding plans previously tested *in silico* was compared with results from an *in vivo* experiment on a batch of pigs of the same crossbreed. Pigs were housed in pens of six pigs of the same sex each (n = 168). They were offered feed *ad libitum* (AL) or were restricted (RA) with an increase in feed allowance of 27 g/d to a maximum allowance of 2.40 and 2.70 kg/d, for gilts and barrows, respectively. A two-phase feeding strategy was applied, with 0,9 and 0.7 g of digestible lysine per MJ of net energy (NE) in diets provided before or after 65 kg BW (9.75 MJ NE/kg), respectively. Growth was similar to that obtained by simulation. *In vivo*, BW1 was more homogenous with the restricted feeding plan than with the *ad libitum* feeding plan ($P = 0.02$), in association with a more homogenous feed intake per pen. Although competition for feed was not taken into account in the simulations, *in vivo* and *in silico* BW1 coefficients of variation were very similar (AL: 8.8 vs 8.3% / RA: 6.8 vs 5.7%, respectively). This study confirms the relevance of using simulations performed in advance from a virtual population of pigs to predict the average and variability in performance in groups of growing pigs.

INTRODUCTION

La conduite des porcs par les éleveurs, notamment la gestion des transitions alimentaires ou le tri des animaux avant le départ à l'abattoir, est compliquée par la variabilité du poids vif (PV) à un âge donné, variabilité caractérisable par le coefficient de variation (CV) du PV (Quiniou *et al.*, 2012). La modélisation est une approche pertinente pour l'étude de conduites permettant la maîtrise de cette variabilité, à condition d'intégrer de façon réaliste la variabilité dans les modèles. Vautier *et al.* (2013) ont ainsi développé un générateur de populations virtuelles de porcs présentant une structure réaliste de variabilité. Ces populations peuvent ensuite être utilisées dans des simulations par des modèles tels qu'InraPorc pour étudier les conséquences de différentes conduites. Quiniou *et al.* (2013) ont ainsi généré puis simulé *in silico* les performances, et leur variabilité, d'une population de 2000 porcs croisés femelles et mâles castrés (Large White x Landrace) x (Large White x Piétrain). Il est apparu que le rationnement pouvait réduire le CV et donc améliorer

l'homogénéité du PV des porcs au premier départ (PV1) pour l'abattoir. Dans notre étude, les performances de croissance obtenues avec deux plans d'alimentations élaborés et testés *in silico* ont été comparées à celles obtenues avec ces mêmes plans dans un essai *in vivo* sur une bande de porcs du même croisement.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Les performances de croissance moyennes et l'hétérogénéité du PV de porcs femelles (F) et mâles castrés croisés (MC) (n = 42 par lot et par sexe) sont déterminées selon le plan d'alimentation (PA) : lot AL : alimentation à volonté ; lot RA : rationnement avec une quantité d'aliment allouée qui augmente de 27 g/j jusqu'à un plafond de 2,4 et 2,7 kg/j pour, respectivement, les F et les MC. Des blocs de quatre cases sont constitués suivant un dispositif factoriel 2x2 (PA x sexe), sur la base du PV à 67 j d'âge et de l'origine de portée.

Les porcs sont logés par case de six animaux de même sexe. Ils reçoivent des aliments croissance (jusqu'à 65 kg de PV moyen) et finition de teneur en énergie nette (EN) de 9,75 MJ/kg et de teneur respective en lysine digestible par MJ EN de 0,9 et 0,7 g. L'eau est disponible à volonté. Les porcs sont abattus en deux départs par lot espacés de 2 semaines, vers 115 kg de PV.

1.2. Mesures et analyses statistiques

Les porcs sont pesés la veille de l'entrée en engraissement (67 j) puis toutes les 2 semaines jusqu'au premier départ et à l'abattage. Les porcs sont abattus par cases entières (= unité expérimentale). La quantité d'aliment consommée est mesurée par case par semaine. L'homogénéité des variances du PV1 est comparée (proc GLM ; SAS, Inst. Inc. Cary, NC). Compte tenu de la réduction similaire de consommation moyenne journalière (CMJ) jusqu'à l'abattage induite par le rationnement chez les F (2,10 vs 2,28 kg/j) et les MC (2,25 vs 2,42 kg/j), une analyse de variance est réalisée à partir des performances moyennes de croissance avec PA, le sexe (S), l'interaction PAXS et le bloc en effets fixes (proc MIXED).

2. RESULTATS - DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

La réduction de 8% de la CMJ est associée *in vivo* à une diminution de même proportion du gain moyen quotidien (GMQ ; Tableau 1 ; $P < 0,01$), quel que soit le sexe (PAXS : $P = 0,79$). Ainsi, les porcs AL et RA présentent un indice de consommation (IC) similaire ($P = 0,60$). En lien avec la différence de GMQ, les porcs RA sont plus âgés que les porcs AL au premier départ ou en moyenne à l'abattage de, respectivement, 7 et 8 j ($P < 0,01$) pour un même PV ($P \geq 0,64$). Les performances moyennes obtenues *in vivo* diffèrent de

moins de 3% avec les résultats de simulations, avec des écarts similaires entre porcs rationnés ou alimentés à volonté sur les âges au premier départ et à l'abattage, le GMQ et la CMJ. Les résultats *in vivo*, obtenus avec des conduites alimentaires établies à partir de simulations réalisées sur une population virtuelle de porcs du même type de croisement, permettent donc de valider les résultats moyens obtenus par simulations.

2.2. Variabilité du PV

Le CV du PV ne diffère pas *in vivo* entre lots à l'abattage ($P = 0,49$) mais est inférieur au premier départ pour le lot RA par rapport au lot AL ($P = 0,02$), en relation avec une variabilité plus faible de la CMJ (données non montrées). La non prise en compte de la compétition alimentaire dans les simulations amènerait à attendre une divergence importante de CV avec *in vivo* en situation rationnée. Cependant, les valeurs *in vivo* et *in silico* de CV du PV1 sont similaires (AL : 8,8 vs 8,3% et RA : 6,8 vs 5,7%, respectivement). Les simulations sous-estiment de façon plus importante le CV du PV à l'abattage, avec les deux plans AL et RA. Toutefois, au premier départ ou à l'abattage, l'effet de la conduite alimentaire est similaire *in vivo* et *in silico*, confirmant la diminution du CV du PV avec le plan RA. Ainsi, la diminution du CV du PV1 est de 2,0 points *in vivo* et de 2,6 points *in silico*.

CONCLUSION

Cette étude confirme la pertinence des résultats obtenus en amont par simulations à partir d'une population virtuelle de porcs d'un croisement donné et dont les caractéristiques sont obtenues dans des conditions d'élevage très proches de celles expérimentées *in vivo*. Ceci ouvre la possibilité à terme de transposer en élevage des stratégies alimentaires testées *in silico*.

Tableau 1 - Performances de croissance moyennes jusqu'à l'abattage¹ et hétérogénéité du poids vif selon la conduite alimentaire.

Origine des données		<i>In silico</i>		<i>In vivo</i>					
Plan d'alimentation statistiques ²		AL	RA	AL	RA	ETR	PA	S	PAXS
Nombre de cases		-	-	14	14				
Age, j ²	Au premier départ	159	169	161	168	0,8	<0,01	0,94	0,93
	Abattage	165	174	164	172	3,1	<0,01	<0,01	0,26
Poids vif (PV) moyen, Kg ²	Au premier départ	110,6	112,6	110,1	109,5	8,0	0,64	0,01	0,79
	Abattage	115,0	115,3	112,9	112,8	8,1	0,94	0,89	0,82
Coefficient de variation du PV, % ³	Au premier départ	8,3	5,7	8,8	6,8	-	0,02	0,40	-
	Abattage	5,4	3,5	7,4	6,9	-	0,49	0,21	-
Consommation moyenne d'aliment, kg/j ²		2,39	2,18	2,35	2,17	0,08	<0,01	<0,01	0,79
Gain moyen quotidien, g/j ²		895	826	877	808	83	<0,01	0,02	0,88
Indice de consommation, kg/kg ²		2,67	2,65	2,65	2,67	0,07	0,60	0,02	0,73

¹ A l'entrée en engraissement, les porcs pèsent en moyenne 28,5 kg et sont âgés de 68 j. Plans d'alimentation AL : à volonté, RA : rationnement. Moyennes ajustées. ETR : écart-type résiduel. Les P-values des effets du plan d'alimentation (PA), du sexe (S) et de leur interaction (PAXS) sont indiquées. ² Analyse de la variance (Proc MIXED, SAS) avec en effets fixes PA, S, l'interaction PAXS et le bloc, et la case en unité expérimentale. ³ Test de l'homogénéité des variances (proc GLM, Hovtest, SAS) selon PA ou S.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Quiniou N., Brossard L., van Milgen J., Salaün Y., Quesnel H., Gondret F., Dourmad J.-Y., 2012. La variabilité des performances animales en élevage porcin : description et implications pratiques. INRA Prod. Anim., 25, 3-14.
- Quiniou N., Vautier B., Salaün Y., van Milgen J., Brossard L., 2013. Modélisation de l'effet de la stratégie alimentaire et du contexte de prix des matières premières sur les performances moyennes, leur variabilité et les rejets azotés à l'échelle d'une population de porcs. Journées Rech. Porcine, 45, 155-160.
- Vautier B., Quiniou N., van Milgen J., Brossard L., 2013. Accounting for variability among individual pigs in deterministic growth models. Animal, 7, 1265-1273.