



Associer en temps réel performances observées de croissance et d'ingestion et performances simulées par InraPorc® pour appliquer l'alimentation de précision chez le porc en croissance

Ludovic BROSSARD (1), Christine LARGOUET (2), Louis BONNEAU DE BEAUFORT (2)

(1) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint Gilles, France

(2) Institut Agro, Univ Rennes1, CNRS, INRIA, IRISA, 35000, Rennes, France

ludovic.brossard@inrae.fr

Cette étude s'appuie sur le projet « Feed-a-Gene » (programme "H2020 - Recherche et Innovation", convention No 633531)

Real-time combination of observed growth and feed intake performance with performance simulated by InraPorc® to apply precision feeding to growing pigs

Precision feeding (PF) of growing pigs requires methods for real-time analysis of performance and prediction of nutritional requirements. Two calculation methods for reducing nutrient intake were evaluated. Individual daily kinetics of body weight (BW) and feed intake (FI) of 285 pigs, reared from 81 to 156 days of age (*ad libitum* feeding) were used. The PF1 approach (from the Feed-a-Gene project) used the Holt-Winters and MARS methods to predict individual daily FI and BW, respectively. The standardised digestible lysine (dLys) requirement was calculated daily from the predicted performance using the factorial method. The PF2 method used 2200 virtual pigs whose performance was simulated using InraPorc®. By comparing FI and BW dynamics of real and virtual pigs, the 10 closest virtual pigs were selected daily for each real pig. Individual daily performance and expected dLys requirements were obtained by averaging the InraPorc® data of these 10 virtual pigs. PF was then simulated for each real pig. For each method, the blend proportions of two diets (A and B, 9.7 MJ net energy (NE)/kg, crude protein: 16.9% and 9.3%, dLys: 1.0 and 0.4 g/MJ NE, respectively) were calculated daily to achieve calculated requirements. Nitrogen (N) and dLys intake and N excretion were calculated individually. A two-phase (2-P) feeding strategy was also simulated (A:B = 83:17 until 65 kg PV, 50:50 afterwards). Compared to 2-P, N and dLys intake and N excretion were reduced by, respectively, 6.7%, 9.7% and 11.9% with PF1 and by 9.2%, 13.3% and 16.3% with PF2. The PF2 method provided better day-to-day stability of performance predictions, leading to a more regular decrease in N and dLys intakes during growth. The potential of this new method needs to be confirmed under field conditions.

INTRODUCTION

L'alimentation de précision est une technique innovante pour améliorer l'efficacité nutritionnelle en production porcine, qui connaît une application croissante en élevage. Elle consiste en l'adaptation quotidienne de l'apport de nutriments aux besoins de chaque individu au sein d'un groupe de porcs. Les méthodes existantes pour son application au porc en croissance combinent généralement une analyse en temps réel des cinétiques individuelles de poids vif (PV) et de consommation alimentaire (CA) par des techniques de séries temporelles, afin de prédire les performances du lendemain, et une approche factorielle pour calculer les besoins nutritionnels à partir de ces performances, et la composition de l'aliment à distribuer (e.g. Brossard *et al.*, 2017).

L'objectif de l'étude est de comparer une méthode développée précédemment dans le cadre du projet Feed-a-Gene avec une nouvelle méthode, combinant des cinétiques réelles de PV et de CA et des simulations InraPorc® pour analyser les performances

et prédire les besoins nutritionnels, afin d'évaluer leur potentiel pour réduire les apports nutritionnels chez le porc en croissance par l'alimentation de précision.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Jeu de données

Cette étude utilise un jeu de données contenant les cinétiques individuelles quotidiennes de PV et CA de 285 femelles et mâles castrés (Large White x Landrace) x Piétrain nourris à volonté entre 81 et 156 jours d'âge (38,6 - 111,3 kg PV en moyenne). Les porcs étaient issus de trois bandes (octobre 2017 à février 2019) : bande 1, 90 porcs, 46 femelles et 44 mâles ; bande 2, 96 porcs, 53 femelles et 43 mâles ; bande 3, 99 porcs, 47 femelles et 52 mâles. Le PV était mesuré par une bascule automatique et la CA était mesuré par des distributeurs automatiques de concentré. Tous les animaux recevaient un aliment à 9,7 MJ d'énergie nette (EN)/kg et non limitant en acides aminés.

1.2. Méthodes d'analyse des performances

La première méthode (AP1), développée durant le projet Feed-a-Gene, utilise les méthodes Holt-Winters et MARS pour prédire respectivement la CA et le PV et le gain moyen quotidien (GMQ) individuels à partir de mesures des 20 jours précédents (Brossard *et al.*, 2017). Les besoins en lysine digestible standardisée (Lysd) sont calculés par la méthode factorielle à partir des performances prédites.

La seconde méthode (AP2) combine la méthode des k plus proches voisins et des simulations InraPorc®. Un jeu de paramètres InraPorc® de 2 200 porcs virtuels a été créé sur la base des performances moyennes des 285 porcs du jeu de données selon la méthode de Vautier *et al.* (2013); leurs cinétiques de PV, CA et besoin en Lysd ont été simulées avec InraPorc® en condition *ad libitum*. Pour chaque animal réel et chaque jour, la comparaison des cinétiques de CA et PV avec celles des porcs virtuels permet de déterminer un porc virtuel considéré comme plus proche voisin et de constituer ainsi sur les 10 derniers jours un ensemble d'au maximum 10 porcs virtuels associés. Les performances attendues (PV, CA, besoin en Lysd) pour ce porc réel pour le jour suivant sont calculées en moyennant les performances attendues des 10 porcs virtuels associés.

1.3. Simulations, calculs et analyses statistiques

Les stratégies alimentaires d'AP basées sur les méthodes AP1 et AP2 ont été simulées. Pour chaque porc réel et chaque méthode, les proportions de mélange de deux régimes (A et B, 9,7 MJ EN/kg, MAT : 16,9 % et 9,3 %, Lysd : 1,0 et 0,4 g/MJ EN, respectivement) sont calculées quotidiennement pour atteindre les besoins estimés. En considérant les performances identiques entre stratégies alimentaires, les quantités ingérées d'azote (N) et de Lysd sont calculées sur la base du ratio A/B et des données réelles de CA journalière; les quantités de N retenu sont calculées sur la base du GMQ; les quantités de N excrété sont calculées par différence entre quantités ingérées et retenues. Une stratégie alimentaire biphasse classique (BP) est également simulée en considérant un ratio A/B = 83:17 avant 65 kg de PV moyen, et 50:50 au-delà. Les effets fixes de la stratégie alimentaire, de la bande, du sexe, de leur interaction ont été testés par analyse de variance avec la stratégie comme effet répété (proc MIXED, SAS v9.4, Inst. Inc. Cary, NC).

2. RESULTATS-DISCUSSIONS

Les performances moyennes réelles sont les suivantes : une CA journalière moyenne de 2,60 kg/j, un GMQ de 996 g/j et un indice de consommation de 2,65.

Comparés à BP, l'ingestion de N et Lysd et l'excrétion de N sont significativement réduits respectivement de 6,7 %, 9,7 % et 11,9 % avec AP1 et de 9,2 %, 13,3 % et 16,3 % avec AP2 ($P < 0,001$; Tableau 1). La méthode AP2 permet également une réduction significative de ces critères en comparaison de la méthode AP1 ($P < 0,001$). Ceci peut s'expliquer d'une part par une meilleure stabilité jour à jour des prédictions de

performance avec la méthode AP2, ce qui se traduit par une plus faible variation d'un jour à l'autre des besoins en Lysd calculés à partir de ces performances. Ce besoin (en g/MJ EN) diminue globalement au cours de la croissance des animaux, impliquant une décroissance plus régulière du pourcentage d'aliment A dans le mélange individuel (calculé pour satisfaire le besoin en Lysd), comme illustré par la figure 1, et donc une diminution plus régulière des apports en N et Lysd au cours de la croissance. D'autre part, la figure 1 illustre également le fait que les besoins prédits avec la méthode AP2, et donc la proportion d'aliment A dans le mélange, sont légèrement inférieurs à ceux prédits par la méthode AP1. Ce dernier élément, comme en partie la plus grande régularité, pourrait être en lien avec une décroissance systématique des besoins dans les simulations, inhérente aux hypothèses d'InraPorc®.

Tableau 1 – Effet de la méthode d'alimentation de précision (AP) simulée sur l'utilisation de la lysine et de l'azote (N), en comparaison à une stratégie biphasse (BP)¹

Critère ²	Stratégie alimentaire ³			Statistiques ⁴	
	BP	AP1	AP2	e.t.r.	Méth.
Lysd ingérée, kg	1,43 ^a	1,29 ^b	1,24 ^c	0,23	***
N ingéré, kg	4,30 ^a	4,01 ^b	3,90 ^c	0,68	***
N excrété, kg	2,43 ^a	2,14 ^b	2,04 ^c	0,49	***

¹Les valeurs indiquées sont des moyennes ajustées. ²Lysine digestible. ³BP : biphasse; AP1 : méthode issue du projet Feed-a-Gene; AP2 : méthode combinant k plus proches voisins et simulations InraPorc®. ⁴Ecart-type résiduel du modèle avec les effets de la méthode (Méth.), du sexe, de la bande et de leur interaction; seule la P-value de l'effet méthode est indiquée; des lettres différentes dans une même ligne indiquent une différence significative ($P < 0,05$).

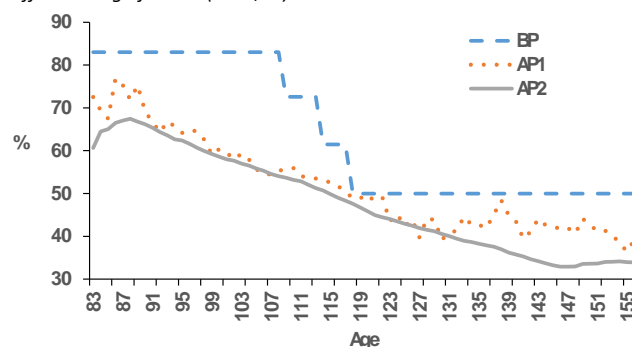


Figure 1 – Evolution du pourcentage d'aliment A dans le mélange selon la méthode d'alimentation¹

¹BP : biphasse; AP1 : méthode issue du projet Feed-a-Gene; AP2 : méthode combinant k plus proches voisins et simulations InraPorc®

CONCLUSION

La nouvelle méthode d'analyse des performances de croissance et d'ingestion, combinant données réelles et simulations InraPorc®, présente un potentiel d'amélioration supplémentaire de l'efficacité alimentaire par l'alimentation de précision chez le porc en croissance. Ce potentiel est à confirmer par des essais en situation réelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brossard L., Quiniou N., Marcon M., Méda B., Dusard L., López V., Dourmad J.Y., Pomar J., 2017. Development of a decision support system for precision feeding application in pigs and poultry. In: Book of Abstract of the 68th Annual Meeting of the EAAP, 319. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Vautier B., Quiniou N., van Milgen J., Brossard L., 2013. Accounting for variability among individual pigs in deterministic growth models. *Animal*, 7, 1265-1273.