

# Modélisation de la cinétique de consommation en fonction du poids chez le porc en croissance selon le mode d'expression de l'ingéré

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

Unité Mixte Technologique Ingénierie des systèmes de production porcine

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

(2) INRA-Agrocampus Ouest, UMR 1079 SENAH, Domaine de la prise, F-35590 Saint Gilles, France

*ludovic.brossard@rennes.inra.fr*

*Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une thèse CIFRE*

*avec un co-financement de l'appel à projets « Recherche finalisée et innovation » du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche*

## Modeling growing pig feed intake as a function of body weight, according to the expression of daily intake

Increasingly, modeling approaches are used as an alternative to animal testing. In pigs, growth can be simulated using the different available feed intake relationships to body weight and growth curves with age. The aim of the present study was to compare four types of feed intake relationships (linear, power, exponential or a gamma function), when different units were used to describe daily intake (expressed in kg, MJ of digestible energy or net energy (NE)). Seven batches of 144 growing barrows and gilts each, originating from crossbred LWxLD sows and eight purebred or crossbred sire lines, were used. The pigs were weighed at 10, 13, 16, 19, 21 and 23 weeks of age and their individual feed intake was recorded daily through an automatic feed dispenser. For each equation and each unit, daily intake model was fit to the data and the quality of the prediction was evaluated by the root mean square error of prediction (RMSEP) obtained for each animal. Adjustments were available on 916 pigs. The RMSEP was not significantly affected by the unit used to express or describe daily intake. In contrast, a significant difference was observed among equations. According to our calculations, the gamma function provided the most precise predictions, regardless of genotype or gender.

## INTRODUCTION

La modélisation est une alternative croissante à l'expérimentation animale. La croissance peut être simulée à l'aide de différents modèles d'évolution de l'ingéré en fonction du poids vif et du poids en fonction de l'âge (Schinckel, 2009). Différentes unités peuvent être utilisées pour décrire l'ingéré alimentaire (en kg, en MJ d'énergie digestible (ED) ou d'énergie nette (EN); Noblet et van Milgen, 2004). La consommation de nutriments est considérée en modélisation comme un élément moteur de la croissance de l'animal, d'où l'importance à accorder à la qualité de son estimation.

Notre étude a pour objectif de comparer la qualité de prédiction de différentes équations de prédiction de l'ingéré, selon l'unité utilisée, à partir de porcs en croissance issus de deux sexes et de différents types de croisement

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Données

Les données de sept bandes de 72 porcs femelles et 72 mâles castrés, élevés à la station IFIP de Romillé à partir de l'âge de 67 jours, ont été récoltées. Les animaux sont tous issus de

truies croisées Large White x Landrace. Dans chaque bande, les porcs sont issus pour moitié de verrat croisé Large White x Piétrain (verrat Témoin), et pour moitié d'un autre type de verrat choisi parmi ceux disponibles en centre d'insémination, soit au total huit types de croisements différents. Les porcs sont logés par groupes de 12 dans des cases équipées d'un distributeur automatique de concentré (Acéma 64). Ils sont nourris *ad libitum* avec des aliments croissance et finition dont la teneur en EN est de 9.7 MJ/kg et la teneur en lysine digestible, respectivement, de 0.9 et 0.8 g/MJ EN. L'équilibre entre les acides aminés est en accord avec celui de la protéine idéale. Les animaux sont pesés à l'entrée en engraissement, puis 1, 4, 7 et 10 semaines plus tard et toutes les deux semaines avant leur départ pour l'abattoir. Les consommations individuelles d'aliment sont enregistrées quotidiennement.

### 1.2. Analyses statistiques

#### 1.2.1. Ajustement des modèles aux données

Le poids est relié à l'âge par une équation de Gompertz. A partir des données de poids vif (PV) et de consommation individuelle (CI), quatre équations de prédiction de l'ingéré en fonction du poids vif de l'animal ont été étudiées : linéaire ( $CI = a + b \times PV$ ), puissance ( $CI = a \times PV^b$ ), exponentielle

( $CI = a \times (1 - e^{-bx^{PV}})$ ) ou fonction gamma de l'entretien ( $CI = (a \times PV \times e^{-bx^{PV}} + 1) \times c \times PV^{0,60}$ ).

Douze ajustements ont été réalisés par animal à partir de ces quatre équations et trois unités d'expression de CI : en kg, en MJ d'ED ou en MJ d'EN). Ces ajustements ont été réalisés à l'aide de la fonction de calibration automatique du logiciel InraPorc© qui utilise la méthode d'optimisation de Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno. L'écart moyen entre les valeurs de consommation prédites par ces modèles et les valeurs réellement mesurées a été quantifié par équation, par unité et par porc (pour une cinétique de  $n$  enregistrements) à partir de la racine de l'écart quadratique moyen de prédiction (RMSEP) :

$$RMSEP = \sqrt{\sum \frac{(CI_{prédit} - CI_{mesuré})^2}{n}}$$

Les RMSEP sont soumis à une analyse de variance (proc MIXED ; SAS, version 8.01) avec l'unité d'expression de l'ingéré, le type d'équation, le type sexuel, la bande, le type de croisement des porcs intra-bande, et leurs interactions en effets fixes, et la case en effet aléatoire.

### 1.2.2. Sélection des individus

Les animaux ayant présenté des problèmes sanitaires pendant l'engraissement n'ont pas pu exprimer leur potentiel de

croissance et ont été écartés de la base de données. Il en est de même pour les porcs pour lesquels il n'a pas été possible d'ajuster l'évolution du poids avec une fonction de Gompertz. La base définitive compte 916 animaux.

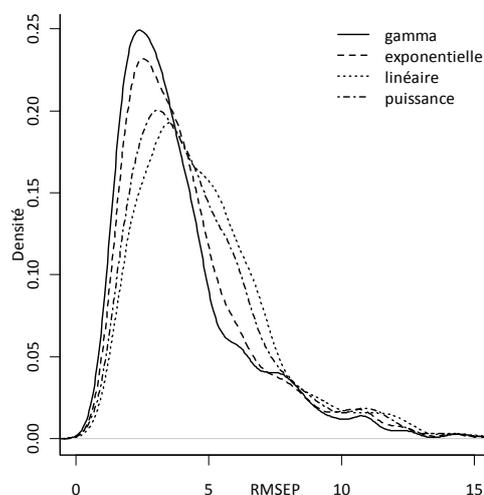


Figure 1 - Fonctions de répartition de l'erreur RMSEP (MJ EN cumulés/porc) selon l'équation de prédiction de l'ingéré

Tableau 1 - Valeur moyenne de l'erreur d'ajustement (RMSEP, MJ EN cumulés/porc) selon l'équation utilisée et le type sexuel.

Equation	Linéaire		Puissance		Exponentielle		Gamma		e.s. <sup>1</sup>	Statistiques <sup>2</sup>								
	F	MC	F	MC	F	MC	F	MC		E	B	S	C	ExC	ExB	ExS	BxS	CxS
RMSEP	4,4	5,4	4,2	5,1	3,9	4,6	3,7	4,2	4,1	***	**	***	ns	ns	***	***	***	***

1. Erreur standard résiduelle.

2. Analyse de la variance avec en effets fixes l'équation (E), la bande (B), le type sexuel (S), le type de croisement intra-bande (C) et les interactions.

3. F : femelles, MC : mâles castrés.

## 2. RESULTATS

L'unité d'expression de l'ingéré n'influence pas la qualité d'ajustement du modèle d'ingestion de façon significative. L'analyse présentée se focalise donc sur l'ajustement de l'ingéré exprimé en EN.

L'effet de la bande ( $P < 0,01$ ) et son interaction significative avec l'équation montre l'importance des conditions d'élevage sur l'erreur de prédiction des modèles (Tableau 1).

C'est également le cas pour le type sexuel, ce qui pourrait être en relation avec son effet sur l'ingestion moyenne.

En revanche, le type de croisement n'influence pas la qualité de l'ajustement, quelle que soit l'équation (interaction ExC non significative).

Le type d'équation a un effet significatif sur l'ajustement du modèle ( $P < 0,001$ ; Tableau 1), la fonction gamma étant celle pour laquelle l'erreur moyenne est la plus faible.

En effet, l'analyse des fonctions de répartition de l'erreur selon l'équation utilisée (Figure 1) indique que la fonction gamma présente une distribution de l'erreur plus centrée sur les valeurs faibles.

Les erreurs moyennes, i.e. entre 4 et 7 MJ EN/porc, sont moins fréquentes avec la fonction gamma, en d'autres termes cela témoigne d'un meilleur ajustement des profils individuels qu'avec les autres fonctions. En revanche, pour une RMSEP supérieure à 7 MJ EN/porc, correspondant à des profils d'ingestion très irréguliers, la performance d'ajustement est faible et similaire pour les quatre équations. L'interaction entre l'équation et le type sexuel s'explique par une qualité d'ajustement moindre pour les mâles castrés en général, mais avec une différence avec les femelles qui varie selon l'équation. Néanmoins, la fonction gamma reste la plus précise pour les deux sexes et celle qui les discrimine le moins.

## CONCLUSION

Nos résultats indiquent que le choix du modèle n'est pas spécifique du type de croisement des porcs.

La fonction gamma de l'entretien apparaît la plus adaptée chez tous les types porcs étudiés, quels que soient leur sexe et leur croisement d'origine. Toutefois, cette équation utilisant le poids vif de l'animal, elle hérite des atouts et des faiblesses du modèle de croissance dont elle dépend.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Schinkel A.P., Einstein M.E., Jungst S., Booher C., Newman S. 2009. Evaluation of different mixed model nonlinear functions to describe the feed intakes of pigs of different sire and dam lines. Prof. Anim. Sci., 25, 345-359.
- Noblet J., Van Milgen J. 2004. Energy value of pig feeds: effect of pig body weight and energy evaluation system. J. Anim. Sci., 82, 229-238.