

Comparaison *in silico* de l'impact technico-économique de stratégies alimentaires biphasé, multiphasé et de précision sur des populations de trois types sexuels de porcs

Ludovic BROSSARD (1), Sébastien COMYN (2), Lilian LELOUTRE (2)

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

(2) Techna France Nutrition, BP 10, Les Landes De Bauche, 44220 Couëron, France

ludovic.brossard@rennes.inra.fr

Avec la collaboration de Tristan BREHELIN, apprenti ingénieur ESA Angers (2).

In silico comparison of the technical and economic impacts of two-phase, multiphase and precision feeding strategies on pig populations of three sexual types

The aim of this study was to compare *in silico* the impact of two-phase, multiphase and precision feeding strategies on the performances of three sexual types of growing pigs. Individual profiles of 26 females, 19 entire males and 20 barrows (Large White x Landrace) x Piétrain were obtained using InraPorc® from experimental growth and feed intake data. The mean profile per sex was used to generate 10 virtual populations (200 pigs each) per sex. Individual performances were simulated using InraPorc® for three feeding strategies: two-phase (2P), diets supplying 9.70 MJ NE/kg and 0.85 % digestible lysine (Lysd) (70 days of age to a mean body weight (BW) of 65 kg) and 9.61 MJ NE/kg and 0.75% Lysd (65 kg BW until slaughter); multiphase by daily mix of diet E1 (1.08% Lysd) and diet E2 (0.36% Lysd) (both 9.70 MJ NE/kg), adapted by sex to meet the Lysd requirement of 80% of the population (MP); precision feeding (PF) with daily adjustment of Lysd supply to individual requirement. Simulations were performed with *ad libitum* feeding or *ad libitum* until a maximum allowance of 24 MJ/d. Performance was calculated from 70 days of age to slaughter, defined in two departures at 115 kg mean BW. Feed restriction improved growth efficiency and margin over feed cost, and reduced nitrogen output especially in barrows. Compared to 2P, MP improved growth efficiency and BW variation at slaughter especially for entire males. Compared to MP, PF also improved these criteria and margin, and reduced nitrogen output.

INTRODUCTION

L'intérêt de l'alimentation de précision pour améliorer les performances technico économiques et diminuer les rejets en azote (N) a été démontré par simulation et expérimentalement (e.g., Andretta *et al.*, 2014). L'effet du rationnement sur les performances et leur variabilité a également été étudié, notamment par simulation (Quiniou *et al.*, 2013). Par contre, aucune étude n'a comparé des stratégies alimentaires multiphasées par groupe à la nutrition de précision individuelle en considérant simultanément les trois sexes avec des critères techniques, économiques et environnementaux. L'objectif de notre étude est de comparer *in silico* l'effet de stratégies alimentaires biphasé, multiphasé et d'alimentation de précision sur les performances de trois types sexuels de porcs en engraissement, en alimentation *ad libitum* ou rationnée.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Génération de populations de porcs

Les profils individuels de 26 femelles, 19 mâles entiers et 20 mâles castrés croisés (Large White x Landrace) x Piétrain ont été obtenus avec InraPorc® à partir des données issues d'un essai zootechnique durant lequel les animaux ont reçu entre 74 et 174 jours d'âge en moyenne (30,2 - 112,9 kg poids vif,

PV) un régime non limitant en acides aminés, à volonté jusqu'à un plafond de 30 MJ d'énergie nette (EN)/j. Le taux de muscle des pièces (TMP) était noté à l'abattage. Les profils comportent cinq paramètres (trois pour la croissance, deux pour la consommation). Des profils moyens ont été établis par sexe à partir des profils individuels. Dix populations de 200 porcs virtuels chacune ont été générées ensuite par sexe en utilisant les profils moyens et une matrice de variance-covariance générique commune (Vautier *et al.*, 2013).

1.2. Aliments et stratégies alimentaires

Trois stratégies alimentaires ont été étudiées : biphasé (BP) avec un aliment croissance (9,70 MJ EN/kg, 15,6% MAT, 0,85% lysine digestible (Lysd), 238 €/t tarif éleveur estimé) jusqu'à 65 kg de PV moyen, puis un aliment finition (9,61 MJ EN/kg, 13,5% MAT, 0,75% Lysd, 218 €/t) ; multiphasé journalier couvrant les besoins en Lysd d'environ 80% de la population (MP) ; multiphasé journalier adapté individuellement au besoin (alimentation de précision, AP). Les stratégies MP et AP ont été obtenues par mélange des aliments E1 (9,70 MJ EN/kg, 18,1% MAT, 1,08% Lysd, 263 €/t) et E2 (9,70 MJ EN/kg, 8,9% MAT, 0,36% Lysd, 193 €/t). Les stratégies BP et MP ont été simulées par sexe. Deux plans de rationnement ont été appliqués : *ad libitum* vs rationnement (*ad libitum* jusqu'à un plafond individuel de 24 MJ EN/j).

1.3. Simulations, calculs et analyses statistiques

Les performances individuelles sont simulées à l'aide d'InraPorc® pour chaque stratégie alimentaire et plan de rationnement. Pour AP, les performances maximales de chaque animal sont simulées dans les conditions de rationnement voulues avec l'aliment E1. Les proportions théoriques d'aliments E1 et E2 distribuées sont ensuite recalculées pour que l'apport corresponde aux besoins journaliers de chaque animal. Le calcul du TMP dans InraPorc a été corrigé par sexe à partir des données réelles de TMP et de simulations faites à partir des profils individuels initiaux. Les performances sont calculées entre 70 jours d'âge et l'abattage, défini en deux départs qui concernent chacun la moitié de la population, pour un poids moyen des animaux abattus de 115 kg. La différence entre N ingéré et retenu (calculés par jour par InraPorc) permet de calculer le rejet de N par porc sur la période. Des marges sur coût alimentaire sont calculées par différence entre le prix de carcasse (plus-value technique selon la grille Uniporc de mars 2015 ajoutée au prix de base de 1,239 €/kg, cotation moyenne du Marché du Porc Breton juillet 2014 - juin 2015) et les coûts alimentaires. Des résultats moyens par population et conduite alimentaire sont calculés et soumis à une analyse de variance par plan de rationnement avec en effets fixes le sexe, la stratégie alimentaire, et leur interaction (proc MIXED, SAS, v9.2, Inst. Inc. Cary, NC). Les données en plan rationné exprimées en % du plan *ad libitum* sont soumises à la même analyse de variance.

2. RESULTATS - DISCUSSION

La restriction alimentaire, toutes stratégies confondues, augmente la marge par une amélioration de l'indice de consommation (IC), du taux de muscle et de l'homogénéité des poids d'abattage ($P < 0,001$; Tableau 1). Le rationnement réduit également l'excrétion d'azote. Ces effets sont plus marqués chez les mâles castrés, la restriction limitant notamment leur dépôt de lipides en fin de croissance. L'effet de la stratégie alimentaire est similaire avec les deux plans d'alimentation. En alimentation rationnée, par rapport à

la stratégie BP, le MP améliore l'IC et l'homogénéité des poids en couvrant les besoins des porcs les plus exigeants (Tableau 2). L'amélioration est ainsi particulièrement importante pour les mâles entiers. Par rapport au MP, l'AP améliore l'IC, l'homogénéité des poids d'abattage et le TMP d'où une marge accrue. Les rejets de N sont très largement réduits. En effet, l'AP permet de répondre aux besoins en Lysd de tous les animaux tout en limitant les apports excessifs. Le MP, s'il permet à plus d'animaux d'exprimer leur potentiel par rapport au BP, conduit à des apports supérieurs aux besoins pour un nombre plus important d'animaux.

Tableau 1 – Effet de la restriction alimentaire par rapport à l'*ad libitum* sur les performances simulées¹ de trois types sexuels

Critère ²	Mâles castrés	Mâles entiers	Femelles	e.t.r. ³
Consommation	82,0 ^a	89,9 ^b	91,0 ^c	0,2
Gain de poids	87,8 ^a	93,9 ^b	94,4 ^c	0,2
IC	94,2 ^a	96,3 ^b	96,7 ^c	0,2
CV du poids d'abattage	71,8 ^a	80,8 ^b	80,4 ^b	3,6
Taux de muscle	103,3 ^a	100,6 ^b	101,7 ^c	0,1
Marge	121,8 ^a	106,4 ^b	110,9 ^c	0,7
Azote excrété	93,1 ^a	95,6 ^b	96,0 ^c	0,5

¹ Exprimées intra-sexe, en % des résultats obtenus *ad libitum* toutes stratégies alimentaires confondues. ² IC : indice de consommation ; CV : coefficient de variation. ³ Ecart-type résiduel du modèle avec les effets du sexe, de la stratégie alimentaire et leur interaction. Les effets sont tous significatifs à $P < 0,001$ sauf l'interaction pour la consommation et le CV ($P > 0,05$). Des lettres différentes indiquent un écart entre sexes ($P < 0,05$).

CONCLUSION

Notre étude permet de chiffrer, relativiser et hiérarchiser les différents leviers d'actions sur les critères à la fois techniques, économiques et environnementaux, et leur impact à l'échelle de populations. Ce travail *in silico* constitue une base à l'identification de stratégies optimisées en fonction du type sexuel et des objectifs recherchés (économie, environnement).

Tableau 2 – Effet de la stratégie alimentaire sur les performances simulées de porcs en croissance rationnés¹

Stratégie alimentaire	Biphase			Multiphase			Alimentation de précision			e.t.r. ³
	MC	ME	F	MC	ME	F	MC	ME	F	
Consommation, kg/j	2,18 ^a	2,03 ^b	2,12 ^c	2,18 ^a	2,03 ^d	2,12 ^c	2,19 ^a	2,03 ^d	2,12 ^c	0,003
Gain de poids, g/j	812 ^a	812 ^a	806 ^b	821 ^c	869 ^d	819 ^c	840 ^e	879 ^f	836 ^g	3
IC ³	2,70 ^a	2,51 ^b	2,64 ^c	2,67 ^d	2,35 ^e	2,60 ^f	2,62 ^g	2,32 ^h	2,55 ⁱ	0,01
CV poids abattage, % ³	7,9 ^a	10,1 ^b	6,8 ^c	7,5 ^a	8,3 ^a	6,3 ^c	6,1 ^c	7,7 ^a	6,0 ^c	0,7
Taux de muscle, %	59,2 ^a	61,6 ^b	59,9 ^c	59,3 ^d	61,8 ^e	60,0 ^f	59,7 ^g	61,9 ^h	60,3 ⁱ	0,03
Marge, % ⁴	100 ^a	109 ^b	101 ^c	97 ^d	105 ^e	99 ^f	105 ^g	112 ^h	106 ⁱ	0,3
Azote excrété, g/porc	3195 ^a	2723 ^b	3066 ^c	3238 ^d	3131 ^e	3160 ^f	2390 ^g	2211 ^h	2367 ⁱ	16

¹ Plan de rationnement *ad libitum* jusqu'à un plafond de 24 MJ EN/j. ² MC : mâles castrés ; ME, mâles entiers, F : femelles. ³ Voir Tableau 1 ; les effets sont tous significatifs ($P < 0,01$), à l'exception de l'interaction pour la consommation ($P > 0,10$). ⁴ En % de la valeur obtenue pour la stratégie biphase avec les MC.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andretta I., Pomar C., Rivest J., Pomar J., Lovatto P.A., Radünz Neto J., 2014. Effet de l'alimentation de précision sur les performances, l'excrétion de nutriments et le coût d'alimentation du porc charcutier. Journées Rech. Porcine, 46, 107-112.
- 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.