

Impact de l'alimentation de précision sur le comportement alimentaire du porc charcutier

*Ines ANDRETTA (1), Candido POMAR (2), Joël RIVEST (3), Jesús POMAR (4),
Luciano HAUSCHILD (1), Marcos KIPPER (5), João RADÜNZ NETO (5)*

(1) Universidade Estadual Paulista, 14884-900 Jaboticabal, São Paulo, Brésil

(2) Agriculture et Agroalimentaire Canada, J1M 0C8 Sherbrooke, Québec, Canada

(3) Centre de développement du porc du Québec, G1V 4M6 Québec, Québec, Canada

(4) Universitat de Lleida, 25198 Lleida, Catalunya, Espagne

(5) Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brésil

Candido.Pomar@agr.gc.ca

*Avec la collaboration technique de N. OUELLET
et du personnel du Centre porcin d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Sherbrooke, Québec.*

Impact de l'alimentation de précision sur le comportement alimentaire du porc charcutier

L'impact de l'alimentation de précision sur le comportement alimentaire de porcs charcutiers a été étudié chez 35 mâles castrés et 35 femelles (poids moyen initial $30,4 \pm 2,2$ kg). Nous avons évalué cinq programmes d'alimentation, dont un programme classique en trois phases dans lequel les animaux ont reçu, dans chaque phase, une même combinaison de prémélanges A (riches en éléments nutritifs) et B (pauvres en éléments nutritifs) et quatre programmes multiphasés dans lesquels les animaux ont reçu chaque jour un mélange comblant 110, 100, 90 ou 80 % de leurs besoins individuels en lysine. Les systèmes d'alimentation utilisés ont permis d'enregistrer les visites à la mangeoire, la durée des repas et la quantité d'aliments consommée par repas durant 84 jours. L'alimentation individuelle des porcs couvrant 90, 100 et 110 % de leurs besoins quotidiens en lysine a entraîné la même consommation d'aliments et la même performance de croissance que celles observées chez les animaux recevant le programme d'alimentation classique. Le nombre de visites à la mangeoire, la durée des repas, l'intervalle entre les visites, la quantité d'aliments consommée par repas et la vitesse d'ingestion n'ont pas varié en fonction des programmes d'alimentation. Il n'y avait pas de corrélation entre le comportement et la composition des rations. L'alimentation de précision constitue une approche efficace pour réduire la consommation de lysine sans perturber le comportement alimentaire des porcs en croissance-finition.

Effect of precision feeding strategy on feeding behavior of growing-finishing pigs

The impact of precision feeding on the feeding behavior of growing-finishing pigs was studied in 35 castrated males and 35 females (average initial body weight of 30.4 ± 2.2 kg). Five different feeding programs were evaluated, including a conventional 3-phase program in which pigs were fed within each phase with a constant blend of premixes A (high nutrient density) and B (low nutrient density) and four multiphase feeding programs in which pigs were fed daily with a blend meeting 110, 100, 90 or 80% of the individual lysine requirements. Feeder systems recorded the visits to the feeder, the duration of the meals and the feed amount consumed per meal during 84 days. Feeding pigs individually providing 90, 100 and 110% of the daily lysine needs resulted in the same feed intake and growth performance as animals in the conventional feeding program. The number of visits, duration, time between visits, feed consumed per meal, and feed intake rate were not affected by the feeding programs. Behavioral responses were not correlated with the diet composition. Precision feeding is an effective approach to reduce lysine intake without interfering on feeding behavior of growing-finishing pigs.

INTRODUCTION

L'alimentation par phases est la stratégie d'alimentation la plus couramment utilisée pour l'élevage de porcs charcutiers. Cette stratégie consiste à fournir pendant chaque phase un même aliment à tous les porcs du troupeau avec des niveaux de nutriments optimisant leur performance. Or, les besoins nutritionnels des porcs individuels varient avec le temps, et ce de façon différente entre les individus (Pomar *et al.*, 2003 ; Brossard *et al.*, 2009). En ne tenant pas compte de cette variabilité, les programmes classiques d'alimentation apportent des niveaux excessifs de nutriments, car la plupart des porcs reçoivent plus de nutriments qu'ils n'en ont besoin.

L'alimentation de précision est une solution innovante permettant de tenir compte de cette variabilité. Avec cette méthode d'alimentation, les porcs sont nourris individuellement avec des aliments adaptés en temps réel à leur profil de consommation et de croissance (Pomar *et al.*, 2009). Des travaux antérieurs ont démontré que l'alimentation de précision permet de réduire de façon efficace les apports et les rejets de nutriments sans affecter les performances des porcs (Andretta *et al.*, 2014). Malgré les avantages de la méthode proposée, l'alimentation de précision demeure un nouveau concept d'alimentation et aucune étude n'a encore été effectuée pour évaluer son impact sur le comportement alimentaire des animaux. Notre étude visait donc à étudier les relations entre l'alimentation de précision et le comportement alimentaire de porcs en croissance-finition logés en groupe faisant ainsi le lien entre la nutrition et le comportement alimentaire.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux, logement et gestion

Trente-cinq femelles et 35 mâles castrés (poids initial : $30,4 \pm 2,2$ kg) d'un génotype de performance élevée (Fertilis 25 x G-Performer 8.0, Génétiporc inc., Canada) ont été utilisés dans cette étude de 84 jours. Les animaux avaient accès à volonté à l'eau fournie par des abreuvoirs à tétine de basse pression. Les aliments ont été offerts à volonté durant toute l'expérience et fournis par cinq distributeurs d'aliments automatisés intelligents (AIPF, Universitat de Lleida, Lleida, Espagne ; 14 animaux par AIPF) couplés à un logiciel informatisé conçu pour ce type d'études (Pomar *et al.*, 2011). Chaque AIPF comprenait un espace d'alimentation (mangeoire) ne pouvant recevoir qu'un seul animal à la fois et dans lequel des convoyeurs de précision utilisant des vis d'Archimède mélangeaient et distribuaient simultanément des quantités volumétriques d'un maximum de quatre aliments. L'AIPF identifie chaque porc se présentant à la mangeoire et il distribue de petites quantités d'aliments lorsque l'animal actionne un dispositif conçu à cette fin.

La quantité de chaque aliment est déterminée en fonction de la concentration de lysine requise chaque jour et du traitement expérimental attribué à chaque animal. Un service est constitué par la quantité d'aliments distribuée à chaque demande effective d'alimentation. La grosseur des services a été augmentée progressivement durant l'étude, passant de 15 g au début, à 25 g à la fin de l'expérimentation. Un repas comprend tous les services distribués durant une visite à la mangeoire. Les porcs ont tendance à laisser la trémie d'alimentation vide ou à n'y laisser que de très petites quantités d'aliments à chaque visite, ce qui signifie que chacun

a consommé la quantité d'aliments servie. Tous les AIPF ont été conçus pour offrir des repas à tous les animaux, quel que soit le traitement auquel ils étaient inscrits. Cette caractéristique a permis de loger tous les animaux dans le même enclos formant ainsi un seul groupe. Le mode de fonctionnement de ces nourrisseurs est similaire à ceux utilisés dans des travaux antérieurs (Zhang *et al.*, 2012 ; Cloutier *et al.*, 2013 ; Andretta *et al.*, 2014). Les résultats zootechniques concernant cette expérimentation ont été présentés auparavant par Andretta *et al.* (2014). Une description additionnelle des méthodes expérimentales utilisées est présentée à la suite.

1.2. Besoins en lysine

Le besoin quotidien en lysine digestible iléale standardisée (LysDIS) a été estimé à l'aide d'un modèle mathématique utilisant la prise alimentaire individuelle et les données hebdomadaires de poids corporel. À partir de ces mesures, la composante empirique du modèle (Hauschild *et al.*, 2012) a servi à estimer le poids, la prise alimentaire et le gain de poids prévus pour le jour suivant. La composante mécaniste a utilisé ces trois valeurs estimées pour calculer, avec une méthode factorielle, la concentration optimale de LysDIS qui devait être donnée ce jour-là à chacun des porcs du troupeau pour satisfaire ses besoins. Ainsi, cette composante du modèle additionne les besoins d'entretien et de croissance pour déterminer les besoins quotidiens en LysDIS (g/jour). L'estimation des besoins quotidiens en LysDIS pour l'entretien est basée sur les pertes endogènes, les pertes liées à la desquamation dans le tube digestif et les pertes liées au renouvellement de base des protéines corporelles (van Milgen *et al.*, 2008). Pour calculer les besoins en LysDIS pour la croissance, nous avons supposé que la lysine représentait 7 % de la protéine corporelle (Mahan et Shields, 1998) et que l'efficacité de la rétention de la lysine était de 72 % (Mohn *et al.*, 2000). Nous avons estimé la teneur en protéines du gain de poids d'après l'indice de consommation en utilisant les équations de régression obtenues avec les données de quatre études précédentes (données non publiées) dans lesquelles nous avons mesuré la masse protéique corporelle par absorptiométrie aux rayons X.

Les porcs ont été pesés chaque semaine tout au long de l'expérimentation. Au début de chaque phase d'alimentation (jours 0, 28 et 56) et à la fin de l'expérimentation (jour 84), nous avons mesuré l'épaisseur du gras dorsal entre les troisième et quatrième dernières côtes, à 5 cm de la ligne médiane dorsale, avec un appareil à ultrasons (Ultrascan 900, Alliance Medical Inc., Canada). Les porcs ont par la suite été anesthésiés et leur corps soumis à des mesures d'absorption biphotonique aux rayons X (DXA ; Prodigy, GE Healthcare, Madison, WI). Le balayage a été réalisé en mode standard (jour 0) et épais (jours 28, 56 et 84) pour estimer les masses corporelles en maigre et en gras, lesquelles ont été transformées en leur équivalent chimique de protéines et lipides (Pomar et Rivest, 1996). La rétention d'azote a été estimée en fonction du gain en protéines.

1.3. Rations, alimentation et calculs

En utilisant une même base de données d'ingrédients, nous avons préparé deux aliments expérimentaux (A et B) distincts sur le plan de l'énergie nette et des acides aminés digestibles, du phosphore digestible et du calcium total, sans facteurs de croissance ni d'autre additif (Tableau 1). La concentration en

éléments nutritifs des aliments expérimentaux était différente, l'aliment A étant riche en nutriments (satisfaisant aux besoins du porc le plus exigeant au début de l'expérience), et l'aliment B, pauvre en nutriments (satisfaisant aux exigences du porc le moins exigeant à la fin de l'expérience). Pour estimer les besoins les plus faibles et les plus élevés en lysine, nous avons utilisé les données d'une population de porcs du même génotype. Les aliments A et B ont été offerts sous forme de granulés de 4 mm et mélangés lors de la distribution des services à chacun des porcs, selon leur besoin quotidien individuel estimé en LysDIS et le programme d'alimentation auquel ils étaient inscrits. Les besoins en acides aminés autres que la lysine étaient proportionnels à ceux en lysine, conformément au profil proposé par le NRC (2012).

Tableau 1 - Composition des aliments expérimentaux (A et B) utilisés dans l'étude

Aliment	A	B
Ingrédients, %		
Blé	15,00	15,00
Maïs	54,86	83,22
Tourteau de soja	25,42	0,17
Chaux	1,61	0,42
Phosphate dicalcique 21%	1,22	-
Sel	0,63	0,50
DL-méthionine	0,09	-
L-lysine HCL	0,44	0,09
L-thréonine	0,13	-
Choline	0,10	0,10
Premix ¹	0,50	0,50
Caractéristiques nutritionnelles²		
Matière sèche, %	87,66	86,96
Protéines brutes, %	18,10	8,15
Lysine DIS ³ , %	1,15	0,26
Énergie nette, MJ/kg	9,67	10,59
Calcium, %	0,92	0,21
Phosphore total, %	0,60	0,25
Phosphore digestible, %	0,32	0,07
Cendres, %	7,86	4,07

¹Prémix de vitamines et de minéraux.

²Valeurs calculées.

³Digestibilité iléale standardisée.

Cinq programmes alimentaires (traitements) ont été évalués dans cette expérimentation. Le traitement témoin était un programme d'alimentation en trois phases (3P) fournissant, dans chacune des phases de 28 jours, une combinaison déterminée des prémélanges A et B. Les proportions requises étaient calculées durant les trois premiers jours de chaque phase de manière à satisfaire les besoins en lysine du porc du quatre-vingtième centile du groupe, ce qui correspond au niveau maximisant la réponse de la population en termes de gain de poids (Hauschild *et al.*, 2010). Les porcs des différents traitements multiphasés ont reçu des combinaisons des aliments A et B qui ont été ajustées, chaque jour, pour représenter 110 % (MP110), 100 % (MP100), 90 % (MP90) ou 80 % (MP80) des besoins estimés en éléments nutritifs de chacun.

1.4. Comportement alimentaire

À chaque visite de chacun des porcs aux nourrisseurs les données temporelles (jour, heure, minute et seconde), le nombre de services et la quantité d'aliments totale servie étaient enregistrés automatiquement. Toutes les visites sans consommation ont été éliminées de la base de données et les visites successives d'un même porc au même nourrisseur ayant un intervalle entre la sortie et l'entrée suivante inférieur à 1 minute ont été combinées. Le nombre de visites, la durée des repas, l'intervalle entre repas, la quantité d'aliments servie par repas ainsi que l'occupation des mangeoires, la vitesse de consommation des aliments par porc et par jour ont été calculés à la fin de l'expérimentation.

1.5. Analyse statistique

Chaque animal a été considéré comme une unité expérimentale. Les données ont fait l'objet d'une analyse de variance avec la procédure MIXED de SAS (version 9.3, SAS Inst. Inc., Cary, NC) tenant compte des effets du traitement (T), de la phase d'alimentation (P), du sexe (S) et de toutes leurs interactions. Nous avons également inclus dans l'analyse l'effet des mesures répétées dans le temps chez un même animal. Les différences ont été considérées comme significatives si $P < 0,05$.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Aperçu général et performances

Les porcs ont mangé et crû normalement tout au long du projet. Aucun problème de santé n'a été relevé durant l'expérimentation, sauf pour trois castrats chez lesquels on a constaté des problèmes inflammatoires non liés aux traitements. Ces animaux ont été séparés des autres et leurs données n'ont pas été incluses dans l'analyse. Ainsi, les données présentées dans cet article sont les moyennes obtenues pour 14 porcs par traitement, sauf en ce qui a trait aux traitements MP110 et MP80 pour lesquels les moyennes sont, respectivement, celles de 12 et de 13 animaux.

La teneur moyenne en protéines brutes et LysDIS des aliments alloués aux animaux assignés au programme d'alimentation 3P a été respectivement de 15,8 % et 0,98 % tandis que l'ingestion quotidienne de ces nutriments chez ces mêmes porcs était, respectivement, de 380 g/j et 22,4 g/j. Comparativement au programme témoin 3P, l'alimentation individualisée des porcs avec des régimes ajustés quotidiennement selon leur besoin estimé en lysine a permis de réduire l'ingestion de LysDIS de 19, 26, 33 et 44 %, respectivement pour les programmes d'alimentation M110, M100, M90 et M80. L'alimentation de précision (MP100) a permis de réduire aussi de 16 % l'ingestion quotidienne de protéines comparativement aux porcs 3P. La prise alimentaire et l'indice de consommation étaient similaires pour tous les traitements. Les programmes d'alimentation quotidiens MP110, MP100 et MP90 n'ont pas affecté le gain de poids. Le détail des résultats de performance de cette expérimentation a déjà été présenté précédemment (Andretta *et al.*, 2014).

2.2. Comportement alimentaire

Les données de comportement alimentaire totalisent 59 701 enregistrements contenant l'information indiquée précédemment. Le profil d'alimentation était principalement

diurne (Figure 1) puisque 73 % des visites au nourrisseur ont été faites entre 6 h 00 et 18 h 00, ce qui correspond aux heures d'éclairage. Le caractère diurne de la prise alimentaire a augmenté avec l'âge. Ainsi, les repas diurnes représentaient 64 % des visites durant la première phase d'alimentation, 74 % durant la deuxième et 82 % durant la dernière phase. Même si le nombre total de repas était bien réparti durant la période de lumière, d'autres variables présentaient des pics durant la journée. Ainsi, entre 15h00 et 19h00 les porcs consommaient 21 % plus d'aliments par repas et avaient une vitesse d'ingestion 8 % plus élevée que pendant le reste du temps, probablement en raison de la présence humaine et de la compétition accrue pour le distributeur d'aliments pendant ces heures de plus grande activité.

La phase d'alimentation a eu des effets sur tous les comportements alimentaires ($P < 0,05$). Ainsi, la quantité d'aliments ingérée par repas a augmenté au cours des différentes phases d'alimentation (phase I : 194 g ; phase II : 279 g ; phase III : 301 g) de même que la vitesse d'ingestion (phase I : 31,4 g/min ; phase II : 42,4 g/min ; phase III : 50,2 g/min). Ces résultats concordent avec ceux de la littérature montrant qu'avec le vieillissement des porcs le nombre de visites quotidiennes à la mangeoire diminue, les repas sont plus copieux et la vitesse d'ingestion plus rapide (Nielsen, 1999). Nous avons observé des corrélations positives ($P < 0,05$) entre le poids corporel et la quantité d'aliments consommée par repas ($r = 0,52$), la vitesse d'ingestion ($r = 0,75$) et l'intervalle entre les repas ($r = 0,23$). Indépendamment de la phase alimentaire, pour chaque kilogramme d'augmentation du poids corporel (x), on a estimé que la quantité d'aliments consommée par repas augmente de 6,15 g ($y = -196,1 + 6,15x$; $R^2 = 0,43$; erreur type de l'estimation de $x = 1,12$) et de 0,19 g la vitesse d'ingestion ($y = 27,6 + 0,19x$; $R^2 = 0,64$; erreur type de l'estimation de $x = 0,03$).

Les mâles castrés et les femelles utilisés dans cette expérimentation ont eu des comportements alimentaires différents ($P < 0,05$) en ce qui concerne la quantité d'aliments ingérée par repas, la vitesse d'ingestion et le temps d'occupation de la mangeoire. Ainsi, par rapport aux castrats, les femelles mangeaient par repas 19 % moins d'aliments (mâles : 286 g ; femelles : 231 g), elles mangeaient 6 % moins rapidement (mâles 42,7 g/min ; femelles : 39,9 g/min) et passaient 6,5 % moins de temps à la mangeoire (mâles : 63,7 min/jour ; femelles : 59,5 min/jour). Des études antérieures avaient également montré que les castrats prenaient plus de repas par jour que les femelles (Hyun *et al.*, 1997). Cependant, l'effet du sexe reste encore incertain, car certaines études n'ont pas mis en évidence l'effet du sexe sur les profils d'alimentation (Young et Lawrence, 1994).

Le nombre de visites à la mangeoire, la durée des repas, l'intervalle entre les visites, la quantité d'aliments consommée par repas et la vitesse d'ingestion n'ont pas été affectés par les traitements alimentaires (Tableau 2). L'interaction entre les traitements et la phase d'alimentation était significative ($P < 0,05$) pour la quantité d'aliments consommée par visite et pour la vitesse d'ingestion car, dans la dernière phase du projet, la valeur de ces variables était inférieure par rapport aux autres animaux pour les porcs nourris à 80% des besoins en LysDIS. Nous n'avons observé aucune corrélation entre les caractères du comportement alimentaire et la teneur en protéines ou LysDIS des aliments. Ces résultats ne semblent pas en accord avec ceux de Hyun *et al.* (1997) qui ont trouvé

que l'augmentation de la teneur en protéines et en lysine des aliments diminuait le nombre de repas par jour et augmentait la quantité d'aliments ingérée par repas. De plus, Jensen *et al.* (1993) ont constaté que le fait de limiter les protéines brutes dans l'alimentation des porcs en croissance augmentait le niveau d'activité des animaux.

Conformément aux résultats d'autres chercheurs (Auffray *et al.*, 1980), nous avons observé une corrélation positive ($P < 0,05$) entre la quantité d'aliments ingérée par repas et le temps écoulé jusqu'au repas suivant (période postprandiale, $r = 0,28$) ainsi qu'avec la quantité d'aliments consommée lors du repas suivant ($r = 0,21$). Les corrélations entre les paramètres de performance et de comportement alimentaire étaient significatives ($P < 0,05$) et mettent en évidence que les porcs avec un gain quotidien supérieur passent plus de temps à la mangeoire ($r = 0,46$). Dans cette étude, il n'y avait pas de corrélation claire entre la performance des porcs et le nombre de visites à la mangeoire. Cependant, la vitesse d'ingestion était corrélée positivement ($r = 0,49$; $P < 0,05$) avec la teneur corporelle en protéines. Ces résultats corroborent ceux d'autres études qui associent le fait de manger rapidement de petits repas avec un pourcentage plus élevé de masse maigre chez les porcs (Renaudeau *et al.*, 2006).

L'efficacité alimentaire était négativement corrélée ($P < 0,05$) avec la quantité d'aliments consommée par repas ($r = -0,55$) et la vitesse d'ingestion ($r = -0,74$). Aussi, nous avons observé une corrélation négative ($P < 0,05$) entre l'efficacité d'utilisation des protéines alimentaires et la vitesse d'ingestion ($r = -0,55$). Ces résultats corroborent ceux d'études antérieures qui mettaient en évidence que la quantité d'aliments ingérée par repas et la vitesse d'ingestion sont les critères de comportement alimentaire les plus étroitement associés avec les caractères de production (Labroue *et al.*, 1997). La taille du repas et la vitesse d'ingestion semblent avoir un effet négatif avec l'utilisation des nutriments, cet effet étant possiblement le résultat de changements dans la vitesse de transit des aliments et le temps d'action des enzymes digestives (de Haer et de Vries, 1993 ; de Haer *et al.*, 1993).

La photopériode, la taille du groupe, les interactions sociales, la régie du troupeau, la quantité de nourriture offerte, la conception des équipements et l'environnement dans lequel se trouvent les animaux sont autant de facteurs pouvant modifier le profil d'utilisation des mangeoires chez les porcs logés en groupes (Nielsen, 1999 ; Chapinal *et al.*, 2008). Certains systèmes de contrôle rétroactif associés à la consommation d'éléments nutritifs et fondés sur les bilans métaboliques internes peuvent également influencer le comportement alimentaire, notamment sur la régulation à court terme. Il est toutefois clair qu'aucun mécanisme de contrôle ne régule à lui seul l'ingestion dans toutes les situations (Mertens, 1996). Plus de connaissances sont donc nécessaires pour mieux caractériser l'effet du programme alimentaire et la composition des aliments sur le comportement alimentaire.

CONCLUSION

L'alimentation individualisée des porcs en croissance avec des aliments ajustés chaque jour est une méthode d'alimentation efficace pour optimiser la durabilité des entreprises porcines, car elle permet de diminuer de façon significative les apports de nutriments sans affecter pour autant les performances zootechniques des animaux. Cependant, cette diminution des

apports de nutriments ne semble pas modifier le comportement alimentaire des porcs. Plusieurs facteurs peuvent toutefois jouer un rôle prépondérant dans la régulation du comportement alimentaire chez les porcs logés

en groupe, mais ces facteurs ne semblent pas être en relation avec les modifications nutritionnelles mises en place dans une alimentation de précision comme celle utilisée dans cette expérimentation.

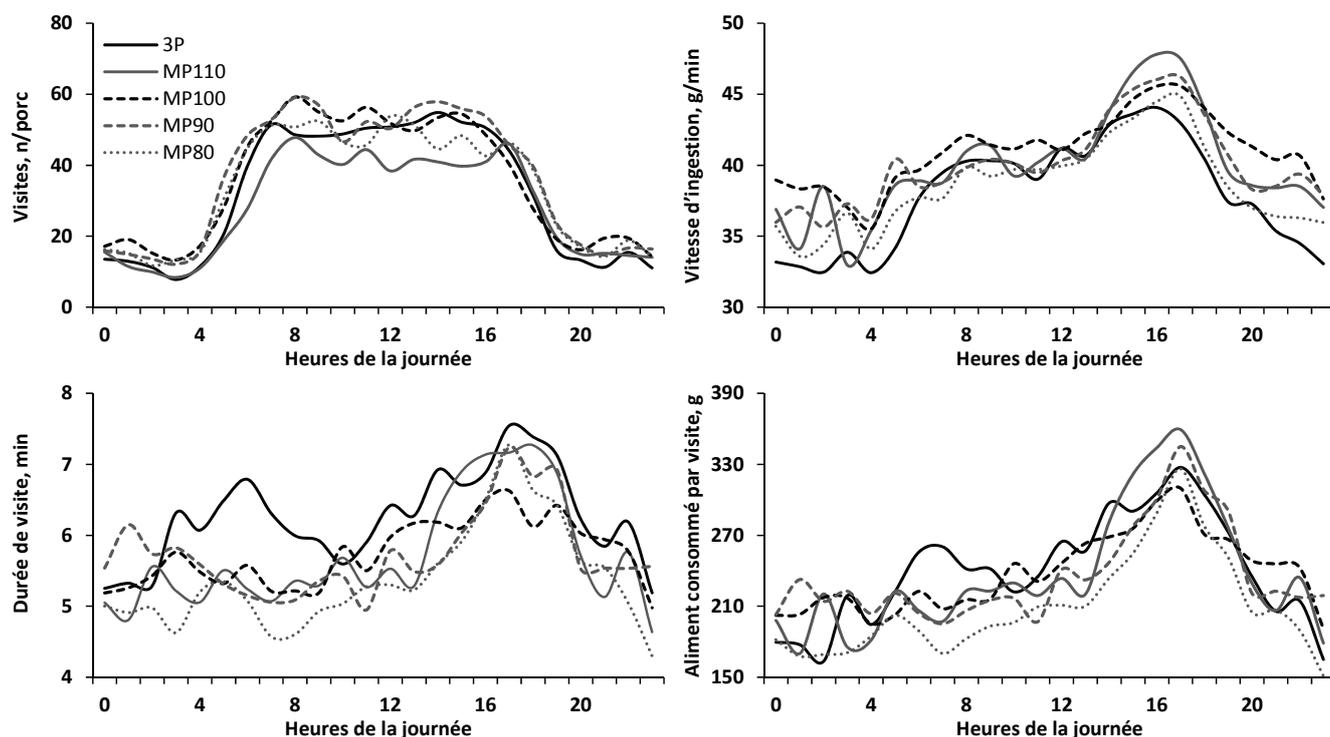


Figure 1 – Profils circadiens du nombre total de visites (somme des observations de l'ensemble de la période expérimentale), de la vitesse d'ingestion, de la durée de visite et de la quantité d'aliments consommée par visite chez les porcs nourris selon un système d'alimentation en trois phases (3P) ou selon un système multiphasés (MP) offert individuellement et apportant 110, 100, 90 ou 80 % des besoins en lysine digestible iléale standardisée estimés

Tableau 2 – Comportement alimentaire de porcs nourris selon un système d'alimentation en trois phases (3P) ou un système multiphasés (MP) fournissant à chacun 110, 100, 90 ou 80 % de ses besoins nutritifs estimés

Réponse	Programme alimentaire					ETM ¹	Valeur P ²
	3P	MP110	MP100	MP90	MP80		
Intervalle entre les visites, min	280	275	234	241	241	1,63	0,07
Durée de visite, min	6,39	5,85	5,77	5,70	5,44	0,02	0,50
Aliments consommés par visite, g	258	250	243	239	217	0,91	0,46
Vitesse d'ingestion, g/min	39,8	41,5	41,7	41,0	39,7	0,12	0,61
Temps passé à la mangeoire, min/jour	62,5	59,0	62,2	63,4	60,2	1,04	0,75
Nombre de visites par jour	9,81	10,1	10,8	11,1	11,1	0,28	0,46

¹ Erreur type de la moyenne.

² Valeur de probabilité, effet du traitement (programme d'alimentation). Autres effets considérés : phase d'alimentation ($P < 0,05$ pour toutes les réponses examinées), interaction entre le traitement et la phase d'alimentation ($P < 0,05$ pour la quantité d'aliments consommés par visite et vitesse d'ingestion), sexe ($P < 0,05$ pour aliments consommés par visite, vitesse d'ingestion et temps passé à la mangeoire), interaction entre le traitement et le sexe ($P > 0,05$ pour toutes les réponses étudiées), interaction entre la période et le sexe ($P < 0,05$ pour durée de visite, aliments consommés par visite et temps passé à la mangeoire) et interaction entre le traitement, la phase d'alimentation et le sexe ($P > 0,05$ pour toutes les réponses examinées).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andretta I., Pomar C., Rivest J., Pomar J., Lovatto P., Radünz 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.
- Auffray P., Marcilloux J. C., Royer L., Brouille A., Pierre J., L., 1980. Analyse de la séquence alimentaire du porc, du sevrage à l'état adulte. *Reprod. Nutr. Dev.*, 20, 1625-1632.
- Brossard L., Dourmad J.-Y., Rivest J., van Milgen J., 2009. Modelling the variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feeding strategy. *Animal*, 3, 1114-1123.
- Chapinal N., Ruiz-de-la-Torre J.L., Cerisuelo A., Baucells M.D., Gasa J., Manteca X., 2008. Feeder use patterns in group-housed pregnant sows fed with an unprotected electronic sow feeder (Fitmix). *J. Appl. Anim. Welfare Sci.*, 11, 319-336.
- Cloutier L., Letourneau-Montminy M.P., Bernier J.F., Pomar J., Pomar C., 2013. Effet d'un protocole de déplétion-réplétion en lysine chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 45, 149-154.
- de Haer L.C.M., de Vries A.G., 1993. Feed intake patterns of and feed digestibility in growing pigs housed individually or in groups. *Liv. Prod. Sci.*, 33, 277-292.
- de Haer L.C.M., Luiting P., Aarts H.L.M., 1993. Relations among individual (residual) feed intake, growth performance and feed intake pattern of growing pigs in group housing. *Liv. Prod. Sci.*, 36, 233-253.
- Hauschild L., Pomar C., Lovatto P.A., 2010. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal*, 4, 714-723.
- Hauschild L., Lovatto P.A., Pomar J., Pomar C., 2012. Development of sustainable precision farming systems for swine: estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 90, 2255-2263.
- Hyun Y., Ellis M., McKeith F.K., Wilson E.R., 1997. Feed intake pattern of group-housed growing-finishing pigs monitored using a computerized feed intake recording system. *J. Anim. Sci.*, 75, 1443-1451.
- Jensen M.B., Kyriazakis I., Lawrence A.B., 1993. The activity and straw directed behaviour of pigs offered foods with different crude protein content. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 37, 211-221.
- Labroue F., Gueblez R., Sellier P., 1997. Genetic parameters of feeding behaviour and performance traits in group-housed Large White and French Landrace growing pigs. *Genet. Sel. Evol.*, 29, 451-468.
- Mahan D.C., Shields R.G., 1998. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight, and comparison to other studies. *J. Anim. Sci.*, 76, 513-521.
- Mertens D., 1996. Methods in modelling feeding behaviour and intake in herbivores. *Ann. Zootech.*, 45, 153-164.
- Möhn S., Gillis A.M., Moughan P.J., de Lange C.F., 2000. Influence of dietary lysine and energy intakes on body protein deposition and lysine utilization in the growing pig. *J. Anim. Sci.*, 78, 1510-1519.
- Nielsen B.L., 1999. On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 63, 79-91.
- NRC, 2012. Nutrient requirements of swine: eleventh revised edition. Eds, Natl. Acad. Press, Washington, DC, 210 p.
- Pomar C., Rivest J., 1996. The effect of body position and data analysis on the estimation of body composition on pigs by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). Proc. "46th Annual Conference of the Canadian Society of Animal Science", Lethbridge, Alberta, pp 26.
- Pomar C., Kyriazakis I., Emmans G.C., Knap P.W., 2003. Modeling stochasticity: dealing with populations rather than individual pigs. *J. Anim. Sci.*, 81, E178-E186.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.-H., Pomar J., Lovatto P.A., 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. *Rev. Bras. Zoot.*, 38, 226-237.
- Pomar J., López V., Pomar C., 2011. Agent-based simulation framework for virtual prototyping of advanced livestock precision feeding systems. *Comput. Electron. Agr.*, 78, 88-97.
- Renaudeau D., Giorgi M., Silou F., Weisbecker J.L., 2006. Effect of breed (lean or fat pigs) and sex on performance and feeding behaviour of group housed growing pigs in a tropical climate. *Asian Austral. J. Anim. Sci.*, 19, 593-600.
- van Milgen J., Valancogne A., Dubois S., Dourmad J.-Y., Sève B., Noblet J., 2008. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 143, 387-405.
- Young R.J., Lawrence A.B., 1994. Feeding behaviour of pigs in groups monitored by a computerized feeding system. *Anim. Sci.*, 58, 145-152.
- Zhang G.H., Pomar C., Pomar J., Del Castillo J.R.E., 2012. L'alimentation de précision chez le porc charcutier : Estimation des niveaux dynamiques de lysine digestible nécessaires à la maximisation du gain de poids. Journées Rech. Porcine, 44, 171-176.