

# Effet d'une alimentation multiphase quotidienne sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc charcutier

Candido POMAR (1), Jesus POMAR, (2), Daniel BABOT (2), François DUBEAU (3)

(1) Agriculture et agroalimentaire Canada, 2000 rue Collège, Sherbrooke, Québec, J1M 1Z3, Canada

(2) Area de Producció Animal - Centre UdL - IRTA, Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida, Espagne

(3) Département de mathématiques, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, J1K 2R1, Canada

[pomarc@agr.gc.ca](mailto:pomarc@agr.gc.ca)

## Effet d'une alimentation multiphase quotidienne sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc charcutier

L'effet d'une alimentation à trois phases (3P) ou multiphase quotidienne (MQ) sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore a été étudié sur 8 parcs de 10 porcs charcutiers. Les porcs du groupe MQ ont eu tendance ( $P = 0,0756$ ) à consommer plus d'aliment (+3,7 %) que ceux du groupe 3P mais seulement pendant la première phase d'alimentation. Les animaux du groupe MQ ont consommé 7,3 % de moins de protéines ( $P = 0,0052$ ) mais des quantités similaires de phosphore. Sur l'ensemble de la période expérimentale les porcs MQ ont eu tendance ( $P = 0,0780$ ) à gagner plus de poids (+2,4 %) que ceux du groupe 3P, ceci étant principalement la conséquence d'une croissance plus rapide ( $P = 0,0190$ ) pendant la première période d'alimentation. À la fin de la période expérimentale la masse protéique corporelle des porcs des deux traitements était similaire alors que les porcs MQ avaient 8 % de plus de lipides corporels ( $P = 0,0369$ ) que les porcs 3P. L'alimentation multiphase avec un ajustement quotidien du mélange a permis de réduire les rejets d'azote de 12 % ( $P = 0,0047$ ) alors que les rejets de phosphore ont été réduits de moins de 2 % ( $P > 0,05$ ). Le fait que les porcs nourris selon le plan MQ aient retenu 8 % de moins de phosphore ( $P = 0,036$ ) et que la différence en phosphore total des prémélanges était peu importante a limité la réduction des rejets en cet élément.

## The impact of daily multiphase feeding on animal performance, body composition, and nitrogen and phosphorous excretion in growing-finishing pigs.

The effect of feeding pigs with a three phases (3P) or with a daily multiphase (MQ) system on growth performance, body composition, and nitrogen and phosphorus excretion was studied in 8 pens of 10 pigs each. The MQ pigs tended ( $P = 0.0756$ ) to consume more feed (+3.7%) that those of the 3P group but only during the first feeding phase. The MQ pigs consumed 7.3% less protein ( $P = 0.0052$ ) but similar amount of total phosphorus. For the whole growing period, MQ pigs tended ( $P = 0.0780$ ) to gain more weight (+2.4%) than the 3P group, this being mainly the result of a faster growth ( $P = 0.0190$ ) during the first feeding period. At the end of the study, total body protein mass of the two groups of pigs was similar while MQ pigs had 8% more body lipids ( $P = 0.0369$ ) that the 3P pigs. Daily multiphase feeding reduced nitrogen excretion by 12% ( $P = 0.0047$ ) while phosphorus excretion was reduced by less than 2% ( $P > 0.05$ ). The fact that MQ pigs retained 8% less phosphorus ( $P = 0.036$ ) and that the total phosphorus content of the premixes were not very far limited the reduction of phosphorus excretion by the daily multiphase feeding system.

## INTRODUCTION

La diminution des rejets de nutriments et la limitation de l'utilisation des ressources non renouvelables sont des composantes essentielles du développement d'une production porcine durable (Rotz, 2004 ; Jondreville et Dourmad, 2005). L'excrétion d'N et de P dépend principalement de la quantité ingérée de ces nutriments, de leur disponibilité métabolique et de l'adéquation entre les apports et les besoins des animaux (Jongbloed et Lenis, 1992). Pour minimiser les rejets il devient donc essentiel de bien connaître la composition des matières premières, leur potentiel nutritif et les besoins des animaux afin d'ajuster avec précision les apports nutritionnels des aliments à ces besoins (Pomar et Barnett, 1994).

Puisque la concentration optimale de nutriments dans les aliments diminue progressivement au cours de la croissance (NRC, 1998) une façon de diminuer les rejets d'N et de P est d'ajuster de façon concomitante les apports en fonction des besoins des animaux (Bourdon et al., 1995). Cette pratique est d'autant plus avantageuse sur le plan économique et environnemental que le nombre de phases d'alimentation augmente, tel que simulé par Pomar et Barnett (1994) et Letourneau-Montminy et al. (2005) et démontré par Bourdon et al. (1995), van der Peet-Schwering et al. (1996) et Krimpen et al. (2004).

Augmenter le nombre de phases d'alimentation complique cependant la régie et entraîne parfois une augmentation du coût des installations. La production de porcs avec des systèmes d'alimentation à deux et trois phases d'alimentation reste donc la plus populaire (van der Peet-Schwering et al., 1999 ; Pigeon, 2001). Le développement de systèmes d'alimentation permettant de mélanger et de distribuer automatiquement deux prémélanges qui, combinés en proportions variables, pourront satisfaire les besoins des animaux tout au long de leur croissance (Feddes et al., 2000) rend cette technique à nouveau intéressante, car elle permet de diminuer les rejets sans toutefois augmenter le coût de l'alimentation (Letourneau-Montminy et al., 2005). Cependant, puisque les besoins des différents nutriments n'évoluent pas de la même manière au cours de la croissance, la formulation de ces prémélanges devient un problème non linéaire nécessitant des algorithmes de résolution plus complexes. Ce problème a été partiellement résolu par Letourneau-Montminy et al. (2005) en modifiant l'algorithme de formulation pour formuler les deux prémélanges simultanément et en déterminant la proportion optimale de ces deux prémélanges pendant l'ensemble de la croissance. Le but de cette étude est donc d'évaluer dans des conditions expérimentales la réponse animale et les conséquences environnementales d'une alimentation multiphase quotidienne par rapport à une alimentation traditionnelle avec trois phases d'alimentation.

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux et régie

Cent quatre porcelets femelles d'un poids moyen de 18,0 ± 2,01 kg ont été transportés au centre de recherche pour cette expérience. Les animaux étaient en bonne santé et ils

ont été élevés en groupe dès leur arrivée et alimentés avec un aliment commercial médicamenté de début croissance, formulé pour des animaux à croissance élevée. Une semaine après leur arrivée, les porcelets ont été affectés aux traitements expérimentaux par parcs de 13 animaux. Au jour 56 de l'expérimentation un porc par parc a été enlevé. Pour des raisons opérationnelles, seulement 10 porcs par parc choisis au hasard au début de l'expérimentation ont été soumis au protocole de mesures décrit ci-après, les deux animaux restant demeurant toutefois dans leurs parcs respectifs jusqu'à la fin de l'expérimentation. L'eau et l'aliment étaient disponibles à volonté en permanence.

### 1.2. Aliments

Deux prémélanges (A et B) ont été utilisés dans cette expérience (Tableau 1). Ces deux prémélanges ont été préparés selon la méthode de formulation développée récemment par Letourneau-Montminy et al. (2005) avec une optimisation de la densité énergétique. Les besoins des animaux ont été calculés par simulation selon la méthode proposée par le NRC (1998). Le porc simulé dans cette étude est une femelle dont le potentiel de croissance musculaire a été ajusté pour représenter la consommation et la croissance protéique des porcs utilisés tels qu'observés en milieu commercial (D. Boyaud, Aliments Breton Inc., Québec, communication personnelle).

Ces prémélanges ont été mélangés selon deux plans d'alimentation constituant les traitements de cette expérience (Figure 1). Dans le plan d'alimentation à trois phases (3P), les prémélanges ont été mélangés et servis pendant chaque phase de 56 jours aux proportions des prémélanges A et B de respectivement 100 et 0 %, 63 et 37 % et, 32 et 68 %. La composition de ces mélanges a été calculée afin de satisfaire les besoins des animaux au début de chacune des phases. Le plan d'alimentation 3P reproduit ainsi les conditions commerciales d'alimentation les plus fréquentes au Québec (Pigeon, 2001). Les niveaux de nutriments utilisés étaient ceux utilisés par l'industrie pour ce type d'animal.

Un deuxième groupe d'animaux a été alimenté selon un plan d'alimentation à phases quotidiennes (MQ). La proportion des prémélanges A et B utilisés dans la préparation des aliments de chaque jour a été déterminée de façon à ce que les porcs de chaque parc reçoivent un aliment complet dont la concentration minimale en nutriments satisfait les besoins nutritionnels calculés pour cette journée. Aux jours 0, 28 et 56 tous les animaux recevaient le même pourcentage des prémélanges A et B, indépendamment de leur traitement. Le mélange des prémélanges destinés aux deux groupes d'animaux a été effectué à l'aide d'un système automatique d'alimentation développé spécialement pour ce projet (Performixx Robotic inc, Coaticook, Qc, Canada).

Les prémélanges ont été formulés avec une composition fixe de 15 % de blé dur (11 % de protéines brutes) pour assurer une bonne qualité des granulés. La lysine et la méthionine de synthèse ont été utilisées pour maximiser l'équilibre des acides aminés des protéines de la ration. La composition en minéraux et vitamines a été formulée de façon à satisfaire les besoins des animaux à haut potentiel de dépôt protéique.

**Tableau 1** - Composition des prémélanges<sup>a</sup>

	Prémélanges	
	A	B
<b>Matières premières (g/kg, tel que servi)</b>		
Blé	150	150
Maïs	327	600
Orge	229	47
Remoulage de blé	0	93
Tourteau de Soya	268	51
Gras (anim/veg)	0,0	34,8
Pierre à chaux	9,2	11,7
Phosphate bicalcique (Ca : 15,6 % ; P : 21 %)	6,5	2,4
Sel	2,3	2,2
Méthionine	0,2	0,2
Lysine HCL (98 %)	2,2	2,0
Choline 60 % (51,7 %)	0,9	0,7
Premix <sup>b</sup>	2,3	5,0
Premix <sup>c</sup>	2,6	0,0
<b>Composition chimique (g/kg)</b>		
Matière sèche	875	881
Énergie digestible (Mcal/kg) <sup>d</sup>	3,36	3,53
Protéine brute	207	116
Lysine digestible <sup>d</sup>	10,3	5,0
Calcium	9,0	8,100
Phosphore total	5,6	4,2
Phosphore assimilable <sup>d</sup>	2,7	1,5
Cendres	4,72	3,52

<sup>a</sup> Tel que servi

<sup>b</sup> Apportait par kg d'aliment : vitamine A, 10497 IU ; vitamine D, 1049,7 IU ; vitamine E, 32 IU ; vitamine K (menadione), 0,81 mg ; vitamine B12, 0,03 mg ; acide folique, 0,21 mg ; niacine, 15 mg ; acide pantothénique, 11,8 mg ; pyridoxine, 0,93 mg ; riboflavine, 3,29 mg ; thiamine, 1,33 mg ; choline, 500 mg ; cuivre, 117 mg ; iode, 0,27 mg ; fer, 196,6 mg ; manganèse, 63,3 mg ; sélénium, 0,3 mg ; zinc, 140 mg

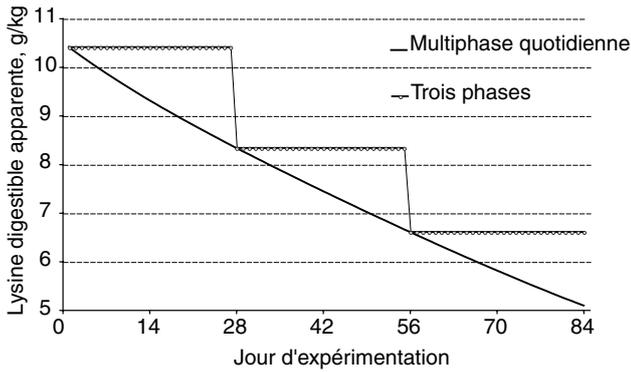
<sup>c</sup> Apportait par kg d'aliment : vitamine A, 10497 IU ; vitamine D, 1049,7 IU ; vitamine E, 32 IU ; vitamine K (menadione), 0,81 mg ; vitamine B12, 0,03 mg ; acide folique, 0,21 mg ; niacine, 15 mg ; acide pantothénique, 11,8 mg ; pyridoxine, 0,93 mg ; riboflavine, 3,29 mg ; thiamine, 1,33 mg ; choline, 500 mg ; cuivre, 117 mg ; iode, 0,27 mg ; fer, 196,6 mg ; manganèse, 63,3 mg ; sélénium, 0,3 mg ; zinc, 140 mg.

<sup>d</sup> Valeurs calculées

### 1.3. Mesures

La consommation d'aliment a été mesurée avec un système automatisé d'enregistrement (IVOG<sup>®</sup>-station, Insentec, Marknesse, Pays Bas). Les mesures prises sur les porcs incluent la pesée, la lecture de l'épaisseur du gras et muscle dorsal avec un instrument à ultrasons en mode B (Ultrascan 50,

Alliance Médicale inc., Canada ; 120 mm, 3,5 MHz) sur le site canadien de classification des carcasses et l'estimation des masses de gras, muscle et os de l'animal vivant par absorptiométrie aux rayons X de double intensité (DXA) à l'aide de l'appareil Lunar (DPX-L, Lunar corp., Madison, WI). Les animaux ont été pesés au moins toutes les deux semaines et les lectures aux ultrasons ont été réalisées aux jours 0, 28,



**Figure 1** - Évolution des apports estimés en lysine digestible du mélange final selon le plan d'alimentation à trois phases (3P) ou multiphase quotidienne (MQ)

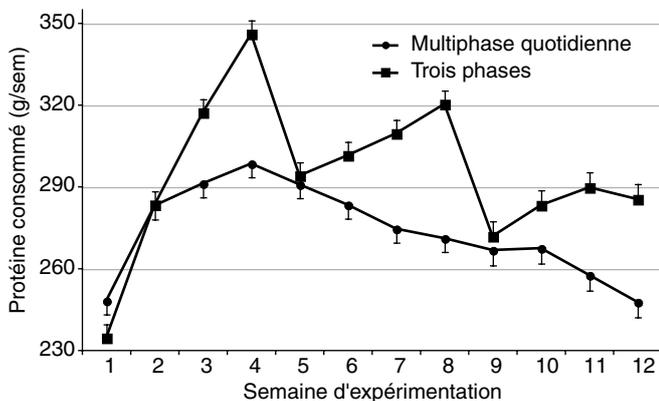
56 et 84. Les lectures Lunar ont été effectuées au début et à la fin de l'expérimentation. Les données de densitométrie aux Rayons-X ont été analysées en utilisant le programme adulte (version 4,7e de DPX-L, Lunar corp., Madison, WI) tel que suggéré par Pomar et Rivest (1996).

#### 1.4. Échantillonnage et analyses chimiques

Des échantillons représentatifs des prémélanges ont été prélevés lors de la réception et une fois par semaine tout au long de l'expérimentation. Les échantillons hebdomadaires ont été mélangés pour obtenir un échantillon composite représentatif. La matière sèche et l'N total ont été utilisés pour vérifier la précision du mélangeur. Les échantillons composites des prémélanges A et B ont été analysés pour leur contenu en eau, lipides, protéines, cendres, calcium et phosphore.

#### 1.5. Analyses statistiques

La consommation d'aliment totale par journée ou par intervalle a été obtenue en additionnant l'aliment consommé par repas pendant chaque journée ou pendant l'intervalle de croissance considéré. Le gain de poids a été obtenu par différence entre les poids mesurés au début et à la fin de chaque intervalle. Les quantités de protéines et de lipides corporels au début et à la fin de la période expérimentale ont été obtenues en transformant les valeurs de muscle et gras obtenus avec DXA en leurs équivalents chimiques tel que



**Figure 2** - Évolution de la consommation hebdomadaire de protéines selon le plan d'alimentation à trois phases (3P) ou multiphase quotidienne (MQ)

proposé par Pomar et Rivest (1996). Le phosphore corporel a été obtenu en estimant que cet élément constitue 25 % du contenu minéral osseux estimé par DXA (Pomar et al., 2006, données non publiés). L'ensemble de ces valeurs a été utilisé pour calculer les différents taux et indices de conversion par période. Toutes ces données ont été analysées selon un dispositif complètement aléatoire avec la procédure MIXED de SAS (SAS, 2003). Dans tous les cas, le parc a été considéré comme l'unité expérimentale à raison de 10 porcs par parc. Deux moyennes sont considérées différentes lorsque  $P < 0,05$ .

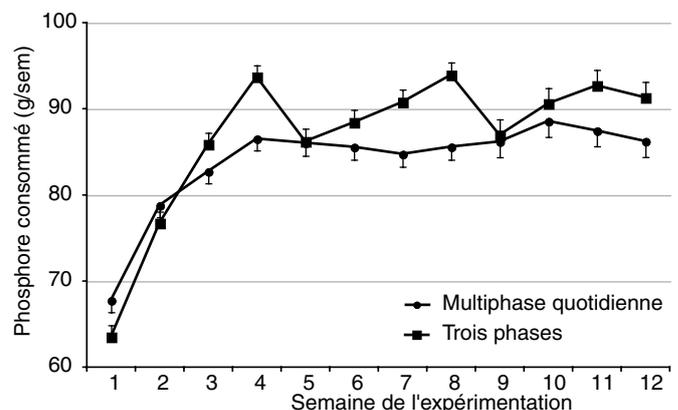
## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Consommation d'aliment

Pour l'ensemble des 84 jours d'expérimentation il n'y a pas eu de différence de consommation d'aliment entre les porcs nourris selon le plan d'alimentation à trois phases (3P) et ceux nourris en multiphase quotidienne (MQ) (Tableau 2). Cependant, pendant la première période de croissance, les porcs du groupe MQ avaient tendance ( $P = 0,0756$ ) à consommer plus d'aliment (+3,7 %) que ceux du groupe 3P. Cette tendance n'a pas été observée pendant les deux autres phases d'alimentation.

La consommation d'énergie digestible n'a pas été affectée par le traitement expérimental quoique le groupe MQ ait consommé en moyenne 1,8 % de plus d'énergie digestible que le groupe 3P. Par contre, les animaux du groupe MQ ont consommé 7,3 % de moins de protéines ( $P = 0,0052$ ) que ceux du groupe 3P, suite à la diminution progressive, au cours de l'expérimentation, de la quantité de protéines distribuée (Figure 2). D'autre part, malgré le fait que la concentration en P du prémélange B soit inférieure à celle du prémélange A (0,40 vs. 0,53 g/kg de P total, respectivement), l'augmentation progressive de la proportion du prémélange B dans les aliments des porcs MQ ne s'est traduite que par une petite différence non significative de la consommation de P (3,3 %) (Figure 3).

Ces résultats sont en accord avec ceux de Krimpen et al. (2004), Bourdon et al. (1995) et van der Peet-Schwering et al., (1996). Cependant, la plus grande consommation



**Figure 3** - Évolution de la consommation de phosphore hebdomadaire selon le plan d'alimentation à trois phases (3P) ou multiphase quotidienne (MQ)

**Tableau 2** - Conditions initiales et finales, performances zootechniques et rejets d'azote et de phosphore selon le plan d'alimentation utilisé

	Plan d'alimentation		SEM	Effet
	3 phases (3P)	Multiphase (MC)		
<b>Conditions initiales</b>				
Poids vif (PV), kg	24,5	25,2	0,52	n.s.
Épaisseur du gras dorsal, mm	4,5	4,6	0,11	n.s.
Épaisseur du muscle dorsal, mm	28,0	28,8	0,73	n.s.
Masse protéique corporelle <sup>a</sup> , kg	3,4	3,6	0,09	n.s.
Masse de lipides corporels <sup>a</sup> , kg	3,8	3,8	0,02	n.s.
Contenu minéral osseux DXA, g	474	489	15,2	n.s.
Densité minérale osseuse DXA, mg/cm <sup>2</sup>	727	733	8,3	n.s.
Phosphore corporel <sup>b</sup> , g	118	122	3,8	n.s.
<b>Phase 1 (de 25 à 50 kg PV)</b>				
Consommation aliment, kg/j	2,05	2,13	0,025	0,0756
Gain moyen quotidien, g/j	980	1022	9,4	0,0190
Conversion alimentaire	2,09	2,20	0,094	n.s.
Poids vif final période, kg	52,0	53,8	0,75	0,0933
Épaisseur du gras dorsal, mm	7,9	8,9	0,30	0,0394
Épaisseur du muscle dorsal, mm	45,3	47,1	0,73	0,0913
<b>Phase 2 (de 50 à 80 kg PV)</b>				
Consommation aliment, kg/j	2,53	2,51	0,032	n.s.
Gain moyen quotidien, kg/j	968	997	22,0	n.s.
Conversion alimentaire	2,62	2,52	0,066	n.s.
Poids vif final période, kg	79,1	81,7	0,45	0,0002
Épaisseur du gras dorsal, mm	10,8	11,8	0,46	n.s.
Épaisseur du muscle dorsal, mm	54,1	55,8	0,73	n.s.
<b>Phase 3 (de 80 à 105 kg PV)</b>				
Consommation aliment, kg/j	2,78	2,79	0,047	n.s.
Gain moyen quotidien, g/j	900	896	17,7	n.s.
Conversion alimentaire	3,09	3,13	0,030	n.s.
Poids vif (PV), kg	104,3	106,8	0,84	0,0392
Épaisseur du gras dorsal, mm	13,6	14,1	0,38	n.s.
Épaisseur du muscle dorsal, mm	59,5	59,8	0,73	n.s.
Masse protéique corporelle <sup>a</sup> , kg	16,5	16,7	0,13	n.s.
Masse de lipides corporels <sup>a</sup> , kg	20,9	22,6	0,44	0,0369
Contenu minéral osseux DXA, g	1931	1861	28,1	n.s.
Densité minérale osseuse DXA, mg/cm <sup>2</sup>	1149	1115	89,0	0,0341
Phosphore corporel <sup>b</sup> , g	483	465	7,0	n.s.
<b>Performances globales (de 20 à 105 kg PV)</b>				
Consommation aliment, kg/j	2,46	2,48	0,030	n.s.
Gain moyen quotidien, g/j	949	972	7,5	0,0780
Conversion alimentaire	2,58	2,59	0,023	n.s.
Énergie digestible consommée, Mcal	705	718	9,2	n.s.
Lipides retenus, kg	17,1	18,8	0,43	0,0370
Protéine total consommée, kg	35,4	32,8	0,42	0,0052
Protéine retenue, kg	13,1	13,1	0,09	n.s.
Azote retenu, g/kg gain	26,3	25,7	0,15	0,0448
Azote excrété, kg	3,57	3,15	0,067	0,0047
Phosphore total consommé, g	1040	1006	12,7	n.s.
Phosphore retenu, g	364	343	8,3	n.s.
Phosphore retenu, g/kg gain	4,58	4,21	0,093	0,0306
Phosphore excrété, g	676	663	14,8	n.s.

<sup>a</sup> Masse protéique et en lipides corporels calculés selon Pomar et Rivest, 1996 à partir des valeurs DXA correspondants

<sup>b</sup> Phosphore corporel calculé à partir de la masse osseuse corporelle DXA

d'aliments et d'énergie pendant la première période d'engraissement des porcs MQ par rapport aux porcs 3P est plus difficile à expliquer. Ainsi, la capacité gastrique d'ingestion ne semble pas avoir limité la consommation d'aliments des porcs de moins de 50 kg ce qui est en contradiction avec les résultats de Whittemore (1986), Schinckel et de Lange (1996) et Möhn et de Lange (1998). En effet, les porcs nourris selon le plan MQ ont consommé plus d'aliments que ceux du groupe 3P sans toutefois que leur dépôt protéique ne soit modifié. Selon Emmans (1981), Black et al. (1986) et Kyriazakis and Emmans (1999) la plus grande consommation des porcs MQ pourrait s'expliquer par une moindre concentration d'un nutriment essentiel dans le prémélange B, ce qui aurait entraîné une surconsommation alimentaire afin de satisfaire les besoins nutritionnels. Cet effet ne s'est pas manifesté après 50 kg de poids vif ce qui rend cette hypothèse peu probable. Les porcs du groupe MQ ont aussi consommé plus d'énergie sans toutefois limiter le dépôt de protéines. Les résultats de cette expérimentation ne corroborent donc pas non plus d'autres résultats indiquant que les animaux consomment jusqu'à ce que leurs besoins énergétiques soient comblés (Pomar et Matte, 1995 ; NRC, 1998 ; Whittemore et al., 2001 ; Roy et al., 2000). D'autres explications sont donc à rechercher logiquement en relation avec la consommation de protéine pour expliquer la surconsommation d'aliment des porcs MQ.

## 2.2. Gain de poids et composition corporelle

Sur l'ensemble de la période expérimentale la prise de poids des animaux nourris selon le plan MQ tend à être supérieure (+2,4 %,  $P = 0,0780$ ) à celle des animaux du groupe 3P, ceci étant principalement le résultat d'une croissance plus rapide ( $P = 0,0190$ ) pendant la première période d'alimentation. Par contre, de même que pour la consommation spontanée d'aliment, aucun effet du traitement n'a été observé pendant les deux autres périodes d'alimentation.

Par rapport aux porcs nourris avec le plan 3P, la plus grande consommation d'aliment des porcs MQ pendant la première période de croissance a contribué à un accroissement du gain de poids pendant cette période, ce gain supplémentaire semblant se réaliser davantage sous forme de lipides que de protéines. En effet, à la fin de la première période de croissance les porcs MQ avaient 0,9 mm de plus de gras dorsal ( $P = 0,0394$ ) alors que leur épaisseur du muscle dorsal ne différait pas de celle des porcs 3P ( $P = 0,0913$ ). À la fin de la deuxième et troisième période expérimentale les épaisseurs de gras et de muscle étaient similaires pour les deux groupes de porcs. La masse protéique corporelle des deux groupes de porcs à la fin de la période expérimentale n'était pas affectée par le plan d'alimentation alors que la masse de lipides corporels était 8 % supérieure ( $P = 0,0369$ ) chez les porcs nourris selon le plan MQ comparativement à ceux nourris selon le plan 3P. L'indice de consommation était en moyenne de 2,58 et il n'était pas affecté par le plan d'alimentation pour aucune des phases de croissance ni sur l'ensemble de l'expérimentation.

Le contenu minéral osseux et le P corporel total, tel qu'estimés par absorbance aux rayons X, n'étaient pas affectés par

les traitements. La densité minérale osseuse était cependant inférieure ( $P = 0,0341$ ) chez les porcs nourris selon le plan d'alimentation MQ comparativement au groupe 3P. Malgré la grande variation entre les animaux, les porcs nourris selon le plan MQ accumulaient en moyenne 3,6 % de moins de minéraux, et la même proportion de P, que les porcs 3P.

## 2.3. Excrétion d'azote et de phosphore

Sur l'ensemble de la période d'expérimentation, la quantité de protéines retenue par les porcs nourris selon le plan d'alimentation MQ est similaire à celle retenue par ceux nourris selon le plan 3P et s'élève en moyenne à 13,1 kg. Cependant, en raison du gain de poids supérieur réalisé par les porcs MQ, la quantité d'azote retenu par kg de gain est inférieure ( $P = 0,0448$ ) de 2,1 % pour ces animaux comparativement aux porcs 3P. Sur l'ensemble de l'expérience les porcs MQ ont consommé 7,3 % de moins d'azote et en ont excrété 11,7 % de moins ( $P = 0,0047$ ) que ceux du groupe 3P.

Le rejet de 3,57 kg d'N estimé dans l'intervalle de poids de cette étude est proche des valeurs de 3,38, 4,12 et 4,26 kg/porc estimées par Dourmad et al. (1999) pour les porcs élevés au Danemark, en France et aux Pays-Bas ou des 3,8 kg/porc proposés par le CORPEN (2003). L'alimentation des porcs en multiphase quotidienne a permis de diminuer de près de 12 % l'excrétion d'azote ce qui est en accord avec les résultats obtenus par Bourdon et al. (1995) et van der Peet-Schwering et al. (1996) et calculés par simulation par Letourneau-Montminy et al. (2005).

Les 676 g de P excrété par les porcs nourris selon le plan d'alimentation 3P sont en accord avec les valeurs du CORPEN (2003), Pomar et al. (2004), Dourmad et al., (1999) et van der Peet-Schwering et al. (1999). L'effet du plan d'alimentation sur l'excrétion de phosphore a cependant été moins marqué que pour l'azote et beaucoup moins important que prévu. Ainsi, les porcs du groupe MQ ont consommé 3,3 % et retenu 5,9 % de moins de P que les porcs du groupe 3P. En conséquence, les porcs MQ ont excrété seulement 1,9 % de moins de P que les porcs 3P et cette différence n'était pas significative ( $P > 0,05$ ). Par contre, comme le gain de poids moyen des porcs MQ tendait à être supérieur à celui des porcs 3P, les porcs MQ ont retenu 8 % de moins de P par kg de gain que les porcs 3P. La réduction de 1,9 % du phosphore excrété obtenue avec l'alimentation multiphase quotidienne est nettement inférieure aux 10 % et 14 % de réduction estimés respectivement par Letourneau-Montminy et al. (2005) et van der Peet-Schwering et al. (1999). La moindre réduction observée dans cette étude s'explique en partie par le fait que la concentration en P total du prémélange B n'était pas assez différente de celle du prémélange A. En fait, les prémélanges ont été formulés à moindre coût et dans certaines situations économiques il devient nécessaire d'ajouter des contraintes environnementales à la méthode de formulation si nous voulons diminuer la fraction indisponible du P alimentaire (Pomar et al., 2004). Ceci est d'autant plus vrai que l'alimentation multiphase doit être proposée en complément de la réduction des fractions excédentaires et indisponibles d'N et de P alimentaire (Bourdon et al., 1995 ; van der Peet-Schwering et al., 1996).

Par ailleurs, les résultats de cette expérience semblent corroborer les observations de Pomar et al. (2006) indiquant que les rétentions de Ca et de P sont affectées par la composition des aliments. Les niveaux de rétention corporelle de P dans cette expérimentation sont de 4,2 et 4,6 g/kg de gain, valeurs qui se situent entre les 3,4 et 5,3 g/kg de gain obtenus dans l'étude de Pomar et al. (2006). Les rétentions moyennes observées dans cette expérimentation sont cependant inférieures au 5,3 g/kg proposés par le CORPEN (2003). Toutefois, les apports de P digestibles utilisés dans cette expérimentation sont inférieurs aux recommandations de Jondreville et Dourmad (2005) pour le porc en croissance.

## CONCLUSION

L'alimentation multiphase avec un ajustement quotidien du mélange a permis de réduire les rejets d'azote de 12 % alors que les rejets de phosphore ont été réduits de moins de 2 %. L'accroissement de la digestibilité du P alimentaire et la formulation des aliments en minimisant le P indisponible sont des étapes essentielles à la réduction du P excrété. L'élasticité de la rétention de Ca et de P du système osseux des porcs en croissance limite l'efficacité des différentes stratégies alimen-

taires de réduction de l'excrétion du P. Aussi, pour réduire efficacement l'excrétion du P chez le porc charcutier, il est nécessaire de minimiser les apports de P indisponible en améliorant la digestibilité du P alimentaire, en formulant les régimes avec des contraintes environnementales et en ajustant les apports de P aux besoins des animaux.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient D. Boyaud d'Aliments Breton Inc pour son aide lors de la formulation des aliments et tout au long de cette expérimentation, M. Trudeau de Performixx Robotix inc. pour la mise en place du mélangeur et du système de distribution d'aliment et M. Roy de La Coop Fédérée de Québec pour l'élaboration des prémélanges. Les auteurs remercient aussi C. Boucher pour son aide lors de la formulation, S. Méthot pour son aide statistique, N. Ouellet pour son support technique, J.-Y. Dourmad pour ses conseils lors de la préparation de ce document et les membres du complexe porcin pour le soin porté aux animaux. Ce projet a été réalisé grâce à la contribution financière du Programme de Partage de Frais d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, Aliments Breton et Performixx Robotix inc.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Black J.L., Campbell R.G., Williams I.H., James K.J., Davies G.T. 1986. Simulation of energy and amino acid utilisation in the pig. Res. Develop. Agric., 3, 121-145.
- Bourdon D., Dourmad J.Y., Henry Y., 1995. Réduction des rejets azotés chez les porcs en croissance par la mise en oeuvre de l'alimentation multiphase, associée à l'abaissement du taux azoté. Journ. Rech. Porcine en France, 27, 269-278.
- CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote - phosphore - potassium - cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, France.
- Dourmad J.Y., Seve B., Latimier P., Boisen S., Fernandez, J., van der Peet-Schwering, C., Jongbloed, A.W., 1999. Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, The Netherlands and Denmark. Livest. Prod. Sci., 58, 261-264.
- Emmans G.C., 1981. A model of the growth and feed intake of *ad libitum* fed animals, particularly poultry. Pages 103-110 in Computers in Animal Production. G.M. Hillyer, C.T. Whittemore and R.G. Gunn, Eds. Br. Soc Anim. Prod. occasional publication N° 5, Thames Ditton, Surrey, England.
- Feddes J.J.R., Ouellette C.A., Leonard J.J., 2000. A system for providing protein for pigs in intermediately sized grower/finisher barns. Canadian Agricultural Engineering, 42, 209-213.
- Jondreville C., Dourmad J.Y., 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. INRA Prod. Anim., 18, 183-192.
- Jongbloed A.W., Lenis N.P., 1992. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. Livest. Prod. Sci., 31, 75-94.
- Krimpen M.M., van Lierop A.H.A.A.M., Binnendijk G.P., 2004. Effect of nitrogen reduction on performance and N-excretion in growing-finishing pigs. PraktijkRapport Varkens 25, Animal Sciences Group/ Praktijkonderzoek, Lelystad, The Netherlands.
- Kyriazakis I., Emmans G.C., 1999. Voluntary food intake and diet selection. Pages 229-248 in A Quantitative Biology of the Pig. I. Kyriazakis, ed. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Letourneau Montminy M.-P., Boucher C., Pomar C., Dubeau F., Dussault J.-P. 2005. Impact de la méthode de formulation et du nombre de phases d'alimentation sur le coût d'alimentation et les rejets d'azote et de phosphore chez le porc charcutier. Journ. Rech. Porcine, 37, 25-32.
- Mohn S., de Lange C.F.M., 1998. The effect of body weight on the upper limit to protein deposition in a defined population of growing gilts. J. Anim. Sci., 76, 124-133.
- NRC, 1998. Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press (10<sup>th</sup> ed.), Washington, DC.
- Pigeon S., 2001. Suivi des plans des interventions agroenvironnementales des fermes porcines du Québec. Rapport final présenté à Fédération des producteurs de porcs du Québec, février. 99p.
- Pomar C., Barnett G., 1994. Feeding strategies for fast growing lean pigs and its consequences on nitrogen pollution. A modelling approach. Séminaire BASF. 29 mars 1994, Guelph, On, Canada.
- Pomar C., Dubeau F., Letourneau Montminy M.-P., Mahé M., Julien P.-O., Jondreville C., 2004. Réduction de l'excrétion de phosphore et d'azote chez le porc charcutier par l'ajout d'un objectif environnemental dans l'algorithme traditionnel de formulation. Journ. Rech. Porcine, 36, 251-258.
- Pomar C., Jondreville C., Dourmad J.Y., Bernier J.F., 2006. Influence du niveau de phosphore des aliments sur les performances zootechniques et la rétention corporelle de calcium, phosphore, potassium, sodium, magnésium, fer et zinc chez le porc de 20 à 100 kg de poids vif. Journ. Rech. Porcine, 38, 209-216.
- Pomar C., Matte J.J., 1995. Effet de l'incorporation d'écaillés d'avoine dans l'aliment servi à volonté sur le rationnement en nutriments, la prise alimentaire et les performances de croissance du porc en finition. Journ. Rech. Porcine en France, 27, 231-236.

- Pomar C., Rivest J., 1996. The effect of body position and data analysis on the estimation of body composition of pigs by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). Proceedings of the 46<sup>th</sup> Annual conference of the Canadian Society of Animal Science, Lethbridge, Alberta, July 7-11, page 26 (Abstr.).
- Rotz C.A., 2004. Management to reduce nitrogen losses in animal production. *J. Anim. Sci.*, 82 (13\_suppl), E119-137.
- Roy A., Bernier, J.F., Pomar, C., 2000. Évaluation de la capacité d'ingestion et du potentiel de dépôt protéique maximal des porcs de 20 à 65 kg de poids vif. *Journ. Rech. Porcine*, 32, 227-233.
- SAS, 2003. Institute, Inc. SAS/STAT user's guide: Statistics (version 6, 4<sup>th</sup> ed.) Vol. 2. SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Schinckel, A.P., de Lange, C.F.M., 1996. Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth models. *J. Anim. Sci.*, 74, 2021-2036.
- van der Peet-Schwering C.M.C., Jongbloed A.W., Aarnink A.J.A., 1999. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production, The Netherlands. *Livest. Prod. Sci.*, 58, 213-224.
- van der Peet-Schwering C.M.C., Verdoes N., Beelen G.M., 1996. Effect of feeding and housing on the ammonia emission of growing and finishing pig facilities. *Res. Inst. Pig Husbandry*, 5.3, 27-28.
- Whittemore C.T., 1996. An approach to pig growth modeling. *J. Anim. Sci.*, 63, 615-621.
- Whittemore C.T., Green D.M., Knap P.W., 2001. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: food intake. *Anim. Sci.*, 73, 3-17.