
COMPARAISON DE MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES BESOINS EN LYSINE ET ÉVALUATION DES IMPACTS ZOOTECNIQUES, ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX CHEZ DES PORCS LOURDS À L'ENGRASSEMENT

Rapport final

Par Janie Lévesque, M.Sc., agronome consultante

Robert Fillion, agr., CDPQ

Michel Morin, agroéconomiste, CDPQ



Collaborateurs :

Joël Rivest, M.Sc., analyste, CDPQ

Jean Bernier, Ph.D., agr., Université Laval

Daniel Boyaud, M.Sc., agr., Aliments Breton Canada

Mai 2004

AVANT-PROPOS

Ce projet est une première dans le cadre d'une structure de recherche mise sur pied grâce au travail d'une équipe d'intervenants provenant du Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ), du Département des sciences animales de l'Université Laval et du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD). Cette structure de recherche a été formée afin de répondre à un besoin du secteur porcin pour l'évaluation en situation d'élevage, mais dans des conditions hautement contrôlées de stratégies alimentaires qui permettront de répondre aux grandes préoccupations actuelles et futures du secteur porcin.

Cette première étude a été réalisée grâce à la contribution financière et à la collaboration de plusieurs organismes du secteur porcin tels que, le CDPQ, le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ), Aliments Breton Canada, le Département des sciences animales de l'Université Laval et le CRSAD. C'est d'ailleurs le CDPQ qui a effectué la collecte de fonds pour la réalisation de cet essai.

À l'issue de ce projet, des remerciements sont attribués à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la présente étude. MM. Nicolas Lafond et Dan Bussièrès d'Aliments Breton Canada, MM. Pierre Giner, Michel Tranchemontagne et Réjean Groleau, Mmes Marie-Eve Tremblay et Lyne Bergeron du CRSAD, Mme Louise Morneau de Jefo Nutrition, M. Roger Riverin du CDAQ, M. Claude Laberge de Statex, M. Jean Laflamme, transporteur, M. Daniel Hudon de l'Encan électronique de la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ) et MM. Francis Pouliot, Réal Boutin, Philippe McSween, Jean-Paul Daigle, Eric Ouellet, Mmes Marie-Josée Turgeon, Johanne Nadeau, Monia Tremblay, Élise Gauthier et Valérie Dufour du CDPQ.

RÉSUMÉ

Les besoins en lysine des porcs québécois et spécifiquement ceux abattus à 120 kg ne sont pas connus. Deux méthodes de détermination des besoins en lysine ont été évaluées pour préciser les besoins de ce type de porcs. Afin d'en évaluer la précision, les programmes alimentaires ont été formulés selon ces deux méthodes. Le programme témoin a été élaboré à partir d'une formulation type connue, dérivée d'une méthode dite traditionnelle (empirique). Les besoins en lysine des porcs soumis au programme réduit ont été élaborés en s'inspirant de la méthode factorielle développée en France par l'INRA (Dourmad, 2001). Par cette approche, les apports en acides aminés sont réduits.

L'étude a été réalisée sur le site du CRSAD dans le bâtiment d'unité de testage et d'expérimentation en alimentation porcine (UTEAP) de juin à novembre 2003. Quatre-vingts animaux d'un poids moyen de $30,4 \pm 0,7$ kg ont été utilisés et deux programmes alimentaires différents ont été offerts aux porcs dès leur entrée en section de finition. Quatre aliments différents en comprimés de 4 mm de diamètre (texture cube) ont été offerts à volonté de façon consécutive aux animaux de 30 kg de poids vif jusqu'à l'abattage (I : 30 à 51 kg, II : 51 à 76 kg, III : 76 à 98 kg et IV : 98 à 122 kg). Cependant à la phase III, une inversion des aliments servis s'est produite; ce qui a eu comme effet de diminuer l'écart prévu entre les deux programmes en terme d'apport en lysine.

Par conséquent, les apports fournis par la méthode traditionnelle et la méthode ajustée de l'INRA ont été respectivement de 24,7 et 22,6 g de lysine totale pour chaque kg de GMQ. De 30 à 122 kg de poids vif, les deux méthodes permettent l'obtention de performances animales équivalentes. Le programme alimentaire qui fournit un apport moyen de 22,6 g de lysine totale par kg de GMQ est approprié pour des porcs lourds à l'engraissement (30 à 122 kg).

Ce programme alimentaire permet une réduction des teneurs en lysine (7 %) et autres acides aminés des aliments et par conséquent, abaisse l'ingestion d'azote par les porcs (4,8 %) ainsi que les rejets azotés dans l'environnement (7,5 %). Les coûts d'alimentation, de 30 à 122 kg, sont améliorés de 2,11 \$ par porc et les revenus de vente des carcasses de porcs, de 0,59 \$ par porc. Par ailleurs, la marge entre les coûts d'alimentation et les revenus du producteur de porc est améliorée (+ 2,69 \$ par porc).

L'apport en lysine pour des porcs lourds à l'engraissement, qui a été établi en s'inspirant de la méthode factorielle de l'INRA, semble adéquat pour des porcs de 30 à 76 kg de poids vif. Toutefois, l'imprévu observé lors du déroulement de l'essai soit, l'inversion de l'aliment de 76 à 98 kg, nous amène à être prudent dans la recommandation des apports suggérés par la méthode ajustée de l'INRA au-delà de 76 kg de poids vif.

COMPARAISON DE MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES BESOINS EN LYSINE ET ÉVALUATION DES IMPACTS ZOOTECHNIQUES, ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX CHEZ DES PORCS LOURDS À L'ENGRASSEMENT

Rapport final

Table des matières

	<u>Page</u>
AVANT-PROPOS	I
RÉSUMÉ	II
INTRODUCTION	1
MATÉRIELS ET MÉTHODES	3
ANIMAUX, ALIMENTS ET CONDITIONS.....	3
DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	6
MESURES DES PERFORMANCES ANIMALES.....	6
ESTIMATION DES REJETS AZOTÉS DANS LE LISIER DE PORC	7
ANALYSE ÉCONOMIQUE	8
<i>Impacts sur les coûts d'alimentation</i>	8
<i>Impacts sur les revenus de vente des porcs</i>	9
ANALYSES STATISTIQUES.....	10
RÉSULTATS ET DISCUSSION	12
PERFORMANCES ANIMALES.....	12
REJETS AZOTÉS DANS LE LISIER DE PORC.....	21
ANALYSE ÉCONOMIQUE	22
IMPACTS SUR LES COÛTS D'ALIMENTATION.....	22
IMPACT SUR LES REVENUS DE VENTE DES PORCS	23
IMPACTS SUR LA MARGE BRUTE DU PRODUCTEUR.....	24
CONCLUSION	26
RÉFÉRENCES	27
ANNEXE A ESTIMATION DES QUANTITÉS D'ALIMENTS CONSOMMÉS	29
ANNEXE B CALCUL DES COÛTS D'ALIMENTATION POUR UN PORC DE 107,1 KG	31
ANNEXE C DÉTERMINATION DE L'INDICE DE CLASSEMENT MOYEN	33
ANNEXE D ESTIMATION DES APPORTS EN LYSINE	37

Liste des tableaux

TABLEAU 1 :	COMPOSITION DES ALIMENTS (TELS QUE SERVIS).....	5
TABLEAU 2 :	COÛTS DES ALIMENTS	9
TABLEAU 3 :	VARIATION DU PRIX DE POOL (INDICE 100) SELON LA DATE D'ABATTAGE DES PORCS.....	10
TABLEAU 4:	PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES PORCS.....	16
TABLEAU 5 :	INGESTION JOURNALIÈRE DE NUTRIMENTS (TELS QUE SERVIS)	18
TABLEAU 6 :	DONNÉES D'ABATTAGE.....	19
TABLEAU 7 :	COMPOSITION CORPORELLE EN MUSCLE ET EN GRAS DE LA CARCASSE.....	20
TABLEAU 8 :	REJETS AZOTÉS DE 30 À 122 KG DE POIDS VIF.....	21
TABLEAU 9 :	ESTIMATION DES COÛTS D'ALIMENTATION POUR UN PORC DE 30,4 À 121,5 KG DE POIDS VIF.....	23
TABLEAU 10 :	REVENU BRUT PAR PORC	24
TABLEAU 11 :	MARGE BRUTE POUR UNE PÉRIODE D'ENGRAISSEMENT DE 30,4 À 121,5 KG	25

INTRODUCTION

De nombreuses études ont été publiées en regard de la réduction de la teneur en protéines brutes et de l'ajout d'acides aminés synthétiques à la ration des porcs. Elles ont conduit à une bonne connaissance de la composition de la protéine idéale pour le porc qui se définit comme étant le profil ou l'équilibre qui existe entre les différents acides aminés essentiels de la ration. Ce besoin en acides aminés est exprimé en relation avec la lysine (1^{er} acide aminé limitant chez le porc) qui est considérée comme 100. Les études sur la quantité de lysine à apporter aux porcs ont également été nombreuses. Malgré cela, les besoins en lysine des porcs ne sont pas clairement établis puisqu'il existe une grande variation dans les recommandations qui découlent de ces études (Moughan et Fuller, 2003; N.R.C., 1998). D'ailleurs, la plupart des recommandations existantes sont issues d'essais « dose-réponse » (méthode empirique) et cette méthode comporte des limites quant à la détermination des besoins en lysine de lots de porcs spécifiques (Moughan et Fuller, 2003).

Un besoin moyen, généralement exprimé en pourcentage de l'aliment, est obtenu pour un groupe d'animaux avec des caractéristiques données. Si ces caractéristiques changent, une nouvelle expérience de « dose-réponse » doit être réalisée ou les besoins sont ajustés subjectivement par l'utilisateur. D'après Dourmad et al. (1995), il est souvent difficile en pratique d'adapter ces recommandations au type génétique, au stade d'engraissement ou au potentiel de croissance des animaux, ce qui conduit à l'utilisation de marges de sécurité et accroît ainsi les rejets azotés dans l'environnement. Selon Rivest et al. (1999), il existe d'importantes disparités entre les méthodes de calculs développées pour déterminer les besoins en lysine des porcs, ce qui ne permet pas d'en préconiser une plutôt qu'une autre.

En plus de la variation existante quant à la détermination des besoins en lysine, il n'y a pas d'études qui fournissent des données permettant de déterminer avec exactitude les besoins en lysine des porcs québécois et en particulier pour des porcs lourds. Toutefois, l'approche factorielle (modèle additif) qui considère la variation du potentiel de croissance des animaux (génétique, phase de croissance) et les performances visées, semble plus flexible et précise que la méthode empirique pour estimer les besoins en lysine du porc. Cette méthode détermine le besoin du porc en additionnant les principaux besoins (entretien + croissance) et nécessite une certaine connaissance de ces éléments et de la physiologie de la croissance du porc. Cette

méthode ajuste les besoins de l'animal en fonction de mesures objectives des performances et, par conséquent, est plus transposable que l'approche empirique. Elle permet donc de calculer facilement les besoins pour différents types de porcs. D'ailleurs, la méthode factorielle développée en France par l'INRA pour estimer les besoins en lysine des porcs semble utilisable dans le contexte québécois (Génétiporc, 2002). Les animaux utilisés par l'INRA/ITP ont des caractéristiques similaires à celles des porcs du Québec, ce qui facilite l'application de ce modèle au contexte québécois. Un léger ajustement a toutefois été nécessaire afin de considérer le progrès du dépôt de maigre enregistré au Québec depuis quelques années (Génétiporc, 2002).

Le présent projet vise à comparer dans les conditions québécoises deux méthodes de détermination des besoins en lysine chez le porc, la méthode factorielle de l'INRA ajustée et celle dite empirique, afin de valider une méthode de référence. Par son approche, les besoins établis par la méthode ajustée de l'INRA, sont moins élevés que la méthode empirique. Conséquemment, ceci permet une réduction des teneurs en azote des rations pour porcs (programme réduit) et des coûts des aliments comparativement à la méthode traditionnelle (programme témoin). Une telle stratégie nutritionnelle, si elle n'affecte pas les performances des porcs, aura à coup sûr des impacts au niveau des coûts de production et des rejets en azote dans le lisier de porcs. Malgré l'intérêt de la méthode ajustée de l'INRA, il est impératif d'en vérifier les effets réels sur les porcs avant de la recommander sur le terrain. De plus, puisque la demande du marché semble tendre vers des carcasses de porcs plus lourdes, il est impératif pour les producteurs qu'un programme alimentaire adapté aux besoins des porcs lourds à l'engraissement soit développé.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Animaux, aliments et conditions

L'étude a été réalisée sur le site du CRSAD dans le bâtiment d'unité de testage et d'expérimentation en alimentation porcine (UTEAP) de juin à novembre 2003. Cent-vingt porcelets de type Génétiporc© Fertilis 20MD (castrats) sont entrés dans la section de pouponnière du bâtiment au poids moyen de $5,8 \pm 0,9$ kg pour y être acclimatés avant le début de l'essai en engraissement. Après cette période, 80 animaux d'un poids moyen de $24,0 \pm 3,5$ kg ont été sélectionnés parmi les animaux disponibles et puis transférés dans la section de finition du bâtiment. Les parcs munis d'un plancher en caillebotis intégral en béton, d'abreuvoirs économiseurs d'eau (Drik-O-mat®, Farmweld, IL, USA) et de trémies sèches logeaient deux porcs à la fois et assuraient un espace de $1,1 \text{ m}^2/\text{porc}$ ($12,5 \text{ pi}^2/\text{porc}$).

Deux programmes alimentaires différents ont été offerts aux porcs dès leur entrée en section de finition. Cependant, c'est une semaine après le transfert et au poids d'environ $30,4 \pm 0,7$ kg que l'essai en engraissement a débuté officiellement. Pour chacun des traitements, quatre aliments différents en comprimés de 4 mm de diamètre (texture cube) ont été offerts à volonté de façon consécutive aux animaux de 30 kg de poids vif jusqu'à l'abattage (I : 30 à 51 kg, II : 51 à 76 kg, III : 76 à 98 kg et IV : 98 à 122 kg). Les programmes alimentaires offerts ont été conçus en se basant sur des méthodes de détermination des besoins en lysine différents. Les besoins en lysine des porcs soumis au programme réduit ont été élaborés en s'inspirant de la méthode factorielle développée en France par l'INRA (Dourmad, 2001) alors que ceux des porcs soumis au programme témoin ont été élaborés à partir d'une méthode dite traditionnelle ou empirique (Comité nutrition du CDPQ¹, rencontre de travail, 2001). Selon la méthode factorielle de l'INRA, le besoin des porcs durant la croissance est fonction du GMQ (Dourmad et al., 1995; Dourmad, 2001; Noblet et Quiniou, 1999), il est établie à 18 - 18,5 g de lysine digestible vraie pour chaque kg de GMQ. Cependant, pour considérer le progrès du dépôt de maigre enregistré au Québec depuis quelques années et assurer une certaine sécurité, un facteur d'ajustement a été considéré. Ainsi, en s'inspirant de la méthode factorielle de l'INRA, les apports

¹ Évaluation nutritionnelle des aliments offerts aux porcs en station dans le cadre du Programme d'évaluation des porcs en station (PEPS)

recommandés pour les porcs québécois sont de 19 - 20 g de lysine digestible vraie pour chaque kg de GMQ (21,7 à 22,9 g de lysine totale par kg de GMQ) (Génétiporc, 2002).

Selon la phase alimentaire, les aliments utilisés dans les programmes témoin ou réduit étaient isocaloriques (sur la base de l'ED) entre eux, seule la teneur en acides aminés différait. Une réduction moyenne de 13 % de la lysine totale des aliments était prévue entre les aliments du programme alimentaire réduit par rapport au témoin. Cependant, durant la phase alimentaire III (76 à 98 kg), les traitements alimentaires ont été intervertis parce que les aliments ont été déchargés accidentellement dans les mauvais silos. Les porcs assignés au programme réduit et qui consommaient les aliments prévus par ce programme depuis le début de l'essai ont reçu, pour la durée de la phase III (76 à 98 kg), l'aliment du programme témoin plus riche en acides aminés. Pendant cette même période, le groupe témoin a reçu l'aliment avec une teneur réduite en acides aminés. Ainsi, la réduction espérée de 13 % de la lysine totale des aliments du programme réduit par rapport au programme témoin s'est plutôt traduite par une baisse de 7 % pour la période totale.

Les changements d'aliments et la pesée des animaux ont été effectués la même journée peu importe le traitement. Le tableau 1 présente la composition et l'analyse des aliments offerts aux porcs durant leur croissance. Durant la période d'engraissement, aucun facteur de croissance n'a été incorporé aux aliments. Des traitements curatifs ont été appliqués de façon individuelle lorsque nécessaire. Trois porcs ont été retirés de l'expérience pour des raisons de santé (patte cassée, boiterie, paralysie du train arrière). Pour chacun des aliments, des échantillons ont été prélevés chaque semaine, combinés après plusieurs échantillonnages et acheminés dans différents laboratoires pour les fins d'analyses chimiques. Des analyses ont également été effectuées immédiatement après la fabrication des aliments afin de vérifier la conformité des aliments.

Tableau 1 : Composition des aliments (tels que servis)

	PHASE ALIMENTAIRE							
	I		II		III		IV	
PROGRAMME ALIMENTAIRE	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT
Ingrédients								
Blé (kg)	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Maïs (kg)	513,35	560,25	579,15	623,25	668,17	634,03	679,5	706,90
Tourteau de soya (kg)	260,0	214,00	231,00	186,00	151,98	184,89	144,00	115,00
Gras (kg)	38,00	38,00	5,00	7,00	-	-	-	-
L-Lysine HCl (kg)	2,80	2,20	2,40	1,90	1,57	2,13	1,50	1,20
DL-Méthionine (kg)	0,70	0,40	0,50	0,20	0,03	0,30	-	-
L-Thréonine (kg)	1,10	0,70	0,90	0,50	0,30	0,70	0,30	0,10
Pierre à chaux (kg)	13,20	13,10	12,80	12,60	14,00	14,00	13,00	14,80
Phosphate bicalcique (kg)	12,00	12,50	9,70	10,00	5,40	5,40	4,50	4,80
Sel (kg)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Vitamines et minéraux (kg)	4,35	4,35	4,05	4,05	4,05	4,05	2,70	2,70
Résultats d'analyses chimiques								
Matière sèche (%)	88,15	88,20	87,90	87,85	88,34	88,73	87,40	87,43
Protéine brute (%)	18,91	17,11	17,36	15,94	14,75	15,93	14,51	13,68
Matière grasse (%)	5,07	5,42	3,08	3,78	2,96	2,93	2,83	2,89
Lysine totale (%)	1,19	1,00	1,05	0,90	0,76	0,88	0,76	0,69
Méthionine totale (%)	0,34	0,31	0,31	0,26	0,22	0,25	0,25	0,25
Méth. + Cystine totale (%)	0,68	0,61	0,62	0,57	0,47	0,51	0,54	0,52
Thréonine totale (%)	0,83	0,67	0,72	0,62	0,53	0,62	0,57	0,51
Tryptophane totale (%)	0,24	0,21	0,20	0,18	0,15	0,18	0,17	0,15
Calcium (%)	0,81	0,87	0,63	0,61	1,08	0,89	0,62	0,73
Phosphore total (%)	0,63	0,59	0,76	0,69	0,66	0,57	0,42	0,38
Sodium (%)	0,17	0,16	0,17	0,18	0,17	0,16	0,17	0,17
Énergie digestible (ED; kcal/kg) ¹	3 493	3 486	3 346	3 345	3 355	3 345	3 314	3 304
Énergie nette (EN; kcal/kg) ¹	2 603	2 647	2 490	2 539	2 576	2 533	2 553	2 575
Lysine totale/ED ¹ (g/1000 kcal)	3,41	2,87	3,14	2,69	2,27	2,63	2,29	2,09

Dispositif expérimental

Pour les fins de l'essai en engraissement, lors du transfert dans la section de finition du bâtiment, les animaux ont été divisés en blocs de quatre porcs (deux parcs de deux porcs) de poids uniforme. À l'intérieur de chacun des blocs, les traitements ont été distribués de façon aléatoire entre les parcs. Un dispositif en bloc complet a donc été choisi pour cette expérimentation : le poids étant le facteur de blocage.

Mesures des performances animales

Durant toute la période d'engraissement, le poids des animaux et la quantité d'aliments offerte et refusée ont été mesurés de façon régulière pour établir clairement les GMQ, les courbes de croissance, les prises alimentaires et les taux de conversion des porcs. La mesure du poids a été effectuée au début de l'essai, à chaque changement d'aliments (30, 51, 76 et 98 kg de poids vif) et lors de l'envoi à l'abattoir avant la mise à jeun (122 kg de poids vif). Les abattages se sont échelonnés sur cinq semaines. Les deux porcs d'un même parc étaient acheminés à l'abattoir au même moment i.e. lorsque le poids moyen du parc était de 240 kg. La consommation alimentaire a été mesurée par parc (deux porcs) grâce à un système de chaudière. Une chaudière était assignée à chacun des parcs et pesée lors du remplissage, avec l'aliment. Les aliments restants dans la chaudière et dans la trémie, le cas échéant, étaient pesés lors du changement d'aliments ou de la sortie des animaux.

Des mesures aux ultrasons ont également été prises sur chacun des animaux vivants à différents intervalles pendant l'engraissement (51, 76, 98 et 122 kg) afin d'évaluer l'évolution du dépôt de gras et de muscles de la carcasse. Ces mesures ont été prises au niveau de la 3^e et de la 4^e avant-dernières côtes avec un appareil à ultrasons (UltraScan 50, Novéko, Montréal, Canada). C'est à partir des mesures aux ultrasons de l'épaisseur du gras dorsal et du poids des porcs que les masses lipidique et protéique de chacun des porcs ont été estimées (Pomar et Rivest, 1996). L'utilisation d'une mesure *in vivo* comme l'épaisseur du gras dorsal présente le double avantage d'être facile à mesurer et de pouvoir être prise à différents moments pendant la croissance. Pour un animal donné, on peut donc estimer le gain quotidien en lipides et en protéines pour une

période donnée sans avoir à l'abattre. Les équations de prédiction utilisées dans la présente étude sont celles présentées par Rivest et al. (1999).

Les mortalités ou les porcs retirés de l'expérience en cours de route, ont été notés ainsi que leur poids, la date et la cause. Les jours de présence des porcs morts ou retirés ont été considérés au moment des analyses.

Après une durée minimale de 16 heures de jeûne, les porcs ont été acheminés à l'abattoir Salaisons Brochu inc. (St-Henri, QC) afin d'être abattus, pesés et classifiés. Les données de la carcasse ont été récupérées pour chacun des porcs abattus (poids chaud de la carcasse, épaisseur du gras et des muscles mesurée au site de classification).

Estimation des rejets azotés dans le lisier de porc

Les rejets azotés n'ont pas été mesurés directement, mais ont été estimés à partir de différentes mesures et hypothèses. Nous avons supposé que l'azote retenu par unité de gain de poids est constant chez le porc, il est de 25 g par kg de gain de poids (Corpen, 2003). C'est donc à partir du gain de poids et de la consommation totale de protéines brutes des animaux que la perte en azote dans le lisier de porc a été calculée pour chacun des programmes alimentaires offerts ($N_{\text{rejeté}} = N_{\text{ingéré}} - N_{\text{retenu}}$). Ce sont les conversions alimentaires (C.A.) et les gains de poids (G.P.) obtenus qui ont été utilisés pour effectuer les calculs. Pour ces variables, lorsque les différences entre les traitements n'étaient pas significatives, ce sont les valeurs moyennes des deux traitements combinées qui ont été utilisées pour les calculs. La C.A. au cours de la phase II était significativement différente entre les traitements (tableau 4). Dans ce cas, ce sont les moyennes par traitement qui ont été utilisées pour les calculs.

Pour calculer les rejets azotés, la consommation totale moyenne par animal pour chaque période de l'essai devait être connue. Deux méthodes étaient possibles pour l'évaluer: 1) multiplier la C.A. par le G.P. de la période ou 2) multiplier la consommation journalière par la durée de la période. Les unités expérimentales sont représentées par des parcs de deux porcs chacun. La détermination de la durée d'une période et l'estimation de la consommation totale par animal nécessite de prendre en compte les mortalités ou les retraits en cours d'expérimentation. L'utilisation de la C.A. pour estimer la consommation totale d'aliments par

animal est beaucoup plus simple et tout aussi satisfaisante comme approche que celle où la consommation quotidienne et les jours de présence sont utilisés. De plus, l'utilisation de la C.A. a permis de considérer la différence statistique qui existe entre les traitements pour la C.A. durant la phase alimentaire II.

Aucune analyse statistique n'a été effectuée pour la perte en azote dans le lisier car les calculs n'ont pas été faits pour chaque unité expérimentale (parc), mais pour chaque traitement en utilisant des facteurs moyens.

Analyse économique

Le but de l'analyse économique est d'évaluer l'impact de l'utilisation d'aliments à différentes teneurs en lysine et autres acides aminés essentiels sur la marge brute du producteur, celle-ci étant la différence entre les revenus et les coûts liés à l'engraissement d'un porc. L'analyse s'attarde plus spécifiquement aux coûts d'alimentation et aux revenus provenant de la vente des porcs puisque ce sont les principales composantes qui risquent d'être affectées par une modification du programme alimentaire. Aucune analyse statistique n'a été effectuée pour ces calculs qui ont été établis à partir des moyennes de chaque traitement.

Impacts sur les coûts d'alimentation

Pour estimer l'impact de la modification des teneurs en lysine et autres acides aminés de la ration sur les coûts d'alimentation, les quantités d'aliments ingérés par phase et les prix des différents aliments utilisés durant la période d'engraissement ont été considérés aux fins de calculs. Dans le prix des aliments utilisés, l'inversion des aliments en phase III a été considéré (76 à 98 kg; tableau 2). La quantité d'aliments ingérés par porc a été estimée à l'aide de la C.A. et du G.P. pour chacune des phases alimentaires. Pour ces variables, lorsque les différences entre les traitements n'étaient pas significatives, ce sont les valeurs moyennes des deux traitements combinées qui ont été utilisées pour les calculs. La C.A. au cours de la phase II était significativement différente entre les traitements (tableau 4). Dans ce cas, ce sont les moyennes par traitement qui ont été utilisées pour les calculs.

Dans cet essai, les animaux ont été abattus à plus de 120 kg de poids vif, alors que les porcs au Québec sont généralement abattus à un poids vif d'environ 107 kg. Les coûts d'alimentation

pour un porc abattu à 107 kg² ont donc été estimés. La consommation d'aliments pour cette période n'ayant pas été mesurée, elle a été calculée en considérant que la conversion alimentaire pour la période de 98 kg (début de la phase IV) à 107 kg de poids vif est égale à la moyenne des C.A. des phases III (76 à 98 kg) et IV (98 à 122 kg). Ceci permet de mieux considérer la détérioration graduelle de la conversion alimentaire observée avec l'augmentation du poids chez le porc (Kerr et al., 2003).

Tableau 2 : Coûts des aliments ¹

PHASE ALIMENTAIRE	PROGRAMME TÉMOIN (\$/TONNE)	PROGRAMME RÉDUIT (\$/TONNE)	DIFFÉRENCE (%)
I	349,27	336,07	-3,78
II	304,85	293,56	-3,70
III ²	286,39	297,13	+3,75
IV	284,35	276,06	-2,92

¹ juillet à octobre 2003

² Les coûts pour la période III considèrent l'inversion des traitements.

Impacts sur les revenus de vente des porcs

Pour vérifier l'impact sur les revenus, un revenu moyen par porc et par traitement a été estimé. Durant l'expérimentation, les envois se sont faits une fois par semaine pendant cinq semaines consécutives et le prix de pool a varié à chaque semaine (tableau 3). Pour l'analyse économique, un prix de pool moyen a donc été estimé en utilisant la moyenne des prix de pool hebdomadaires qui ont eu cours durant les cinq semaines d'envois à l'abattoir. Ceci vise à conserver une référence commune dans le temps, tant pour les coûts d'alimentation que pour les revenus. Le revenu par porc considère donc à la fois le poids de chaque carcasse, son indice et un prix de pool moyen commun à tous les porcs.

² Poids vif d'abattage de l'assurance stabilisation du revenu agricole pour le modèle «Porcs à l'engraissement 2003-2004»

Tableau 3 : Variation du prix de pool (indice 100) selon la date d'abattage des porcs

DATES D'ENVOIS À L'ABATTOIR	PRIX DE POOL (\$/100 kg)
03-10-17	128,00
03-10-24	126,65
03-10-31	119,52
03-11-07	114,81
03-11-14	118,65
Moyenne	121,53

Analyses statistiques

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide de l'analyse de variance selon un modèle en blocs aléatoires complets. Les analyses de variance ont été réalisées à l'aide de la procédure MIXED de SAS (1999). Les données ont été validées à l'aide d'une analyse sur les rangs à partir de la procédure RANK de SAS (1999) et utilisées par la suite pour une analyse à l'aide de la procédure MIXED de SAS (1999). Lorsque cette analyse donnait une conclusion différente de l'analyse sur les données brutes, une validation plus approfondie était effectuée sur les résidus du modèle. Lorsque des valeurs douteuses étaient identifiées par l'étude des résidus, une analyse de variance a été effectuée en les excluant afin de vérifier si elles expliquaient les conclusions différentes. Ce fut particulièrement le cas pour les variables suivantes : conversion alimentaire (phase II), ingestion journalière d'aliments (phase II), ingestion journalière de matières sèches (phase II), ingestion journalière d'énergie digestible (phase II), ingestion journalière de protéines brutes (phase III), épaisseur du gras dorsal à 98 kg (phase III).

Pour ces variables, l'analyse de variance a été effectuée sans les valeurs douteuses et ce sont les moyennes ajustées découlant de cette analyse qui sont présentées dans le rapport. Le niveau de signification présenté est toutefois celui de l'analyse sur les rangs avec les données complètes. Ceci est également vrai pour les masses lipidique et protéique à 98 kg et les gains d'épaisseur de gras, de masses lipidique et protéique de 76 à 98 kg puisque l'épaisseur du gras dorsal à 98 kg influence ces variables.

Finalement, une analyse de covariance a été effectuée à partir de la procédure MIXED de SAS (1999) pour les variables suivantes : poids chaud de la carcasse, rendement de la carcasse, épaisseur de gras et de muscles mesurée en abattoir et pour le rendement en viande de la carcasse. Le poids vif de l'animal avant l'abattage était la covariable utilisée.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Performances animales

Le tableau 4 présente les performances zootechniques des porcs par phase alimentaire et pour la durée totale de l'engraissement. Lors de la phase I (30 à 51 kg), les performances animales ne se sont pas différenciées entre les traitements. Pendant la période II (51 à 76 kg), les porcs assignés au programme alimentaire réduit ont eu une conversion alimentaire améliorée (+ 0,13) par rapport aux animaux du programme témoin. Par contre, la consommation journalière d'aliments et le GMQ n'étaient pas significativement différents entre les traitements (tableau 4).

Lorsqu'on considère l'ensemble des périodes I et II (30 à 76 kg), la conversion alimentaire n'est plus significativement différente entre les traitements (tableau 4). La consommation d'aliments, de matières sèches et d'énergie digestible tend à être supérieure pour les porcs assignés au programme témoin comparativement aux porcs du programme réduit (tableau 5). Cependant, l'ingestion d'énergie nette n'est pas différente entre les traitements. Par ailleurs, les porcs du groupe témoin ont ingéré plus de protéines brutes et de lysine totale que les porcs du régime réduit durant ces deux périodes combinées (tableau 5). Ceci peut s'expliquer par la prise alimentaire qui est légèrement supérieure pour le traitement témoin, mais surtout par les apports plus grands en protéines brutes et en lysine totale du programme témoin. Les teneurs en protéines brutes et en lysine totale des aliments du programme témoin sont plus élevées que celles des aliments du programme réduit durant ces périodes. Ainsi, les performances zootechniques pour les périodes I et II (30 à 76 kg) sont semblables entre les traitements. Comparativement au programme témoin, la réduction de 15 % (en moyenne) des teneurs en lysine et autres acides aminés de la ration ne détériore pas les performances des porcs entre 30 et 76 kg de poids vif. Durant cette période, un apport moyen de 20,5 g de lysine totale pour chaque kg de GMQ (18 g de lysine digestible vraie/kg GMQ) et un ratio moyen de 2,8 entre les teneurs en lysine totale et en énergie digestible de la ration, semble adéquat.

Durant la phase III (76 à 98 kg), les traitements ont été intervertis involontairement, i.e. que les porcs témoins ont consommé l'aliment réduit et vice versa. Les différences observées se situent au niveau de l'ingestion de protéines et de lysine totale. Dans ce cas, l'ingestion de ces nutriments est supérieure pour les porcs du traitement réduit comparativement aux porcs du

programme témoin (tableau 5). Malgré ce fait, aucune différence n'est apparue significative pour les performances animales pendant cette phase alimentaire (tableau 4).

Lors de la phase IV (98 à 122 kg), les aliments prévus par chacun des programmes ont été attribués aux animaux respectifs. Seule la consommation d'aliments tend à être supérieure pour les porcs du programme réduit par rapport aux porcs du programme témoin (tableau 4). Malgré les plus faibles teneurs en lysine et en protéines brutes des aliments du programme réduit, les porcs de ce groupe n'ont pas consommé moins de nutriments que les porcs du groupe témoin étant donné la tendance à la hausse de la consommation pour ce groupe d'animaux (tableau 5). Cependant, les porcs du traitement réduit tendent à consommer plus d'énergie digestible et nette parce que les teneurs en énergie des aliments sont semblables entre les deux programmes. Malgré cela, aucune différence significative n'a été observée au niveau des performances animales (tableau 4).

Si on considère toute la période d'engraissement (30 à 122 kg), on peut dire que les performances zootechniques des porcs (GMQ, CA, ingestion d'aliments) sont semblables, peu importe le programme alimentaire appliqué (tableau 4). Pour une même quantité d'aliments ingérés quotidiennement durant cette période, les porcs assignés au programme réduit ont ingéré moins de protéines brutes et de lysine totale par jour que ceux du programme témoin, ce qui se traduit par une baisse de 4,7 et 7,5 %, respectivement (tableau 5). Les consommations d'énergie digestible et nette sont toutefois équivalentes entre les deux traitements pour la période globale de 30 à 122 kg de poids. Puisque la méthode ajustée de l'INRA a permis une réduction des teneurs en lysine et en protéines brutes des aliments, il était prévisible d'observer une moindre ingestion de ces nutriments pour une consommation alimentaire identique entre les traitements. Cet effet a toutefois été modéré par l'inversion des aliments qui a eu lieu entre 76 et 98 kg de poids vif. Selon les performances observées, il semble qu'un apport moyen de 22,6 g de lysine totale par kg de GMQ (19,8 g de lysine digestible vraie/kg GMQ), entre 30 et 122 kg de poids, permet l'obtention de performances équivalentes à celles générées par un programme alimentaire offrant en moyenne 24,7 g de lysine totale par kg de GMQ (21,6 g de lysine digestible vraie/kg GMQ). Les ratios entre les teneurs en lysine totale et en énergie digestible des rations variaient entre les programmes appliqués.

De plus, les animaux assignés au programme réduit ont produit une carcasse plus maigre, i.e. dont l'épaisseur du gras mesurée en abattoir est inférieure de 2 mm à la moyenne du témoin et dont le rendement en viande maigre est supérieur de 0,7 % par rapport aux animaux du programme témoin (tableau 6). Des résultats similaires ont été obtenus pour l'épaisseur du gras dorsal mesurée par ultrasons chez les porcs vivants à 122 kg (tableau 7). D'ailleurs, l'écart entre les traitements semble s'installer graduellement mais tend à devenir significatif à partir de 98 kg de poids vif pour se maintenir jusqu'à l'abattage (122 kg). Malgré cette tendance, la masse lipidique (masse grasseuse de la carcasse moins l'eau) des porcs n'a pas diminué significativement chez les porcs du groupe réduit. La masse lipidique est estimée à partir de l'épaisseur du gras dorsal, mais aussi du poids (Pomar et Rivest, 1996). Également, les mesures aux ultrasons de l'épaisseur de muscle et les gains de l'épaisseur de muscle ne s'avèrent pas statistiquement différents entre les traitements. Toutefois, les porcs assignés au programme réduit tendent à démontrer une masse protéique à 98 kg (masse musculaire moins l'eau) supérieure aux porcs du groupe témoin et ils ont un gain de masse protéique plus élevé entre 76 et 98 kg.

Les différences entre les deux traitements, quant aux épaisseurs de gras dorsal prises sur l'animal vivant, semblent apparaître au moment où les aliments ont été inversés soit, de 76 à 98 kg. L'augmentation de la lysine ingérée entre 76 et 98 kg par les porcs du programme réduit, alors qu'ils auraient dû en ingérer moins, semble avoir modifié les dépôts de gras et de muscle et le rendement en viande maigre de la carcasse. Selon les résultats de Chiba et al. (1999), une restriction de l'apport en lysine pendant la croissance des porcs permet l'obtention de carcasses de meilleure qualité avec moins de gras dorsal lors de l'abattage. Après la suppression d'une restriction en lysine, une croissance préférentielle du tissu maigre peut survenir au détriment de la croissance du tissu gras sans qu'un gain compensatoire ne soit observé chez les animaux (Chiba et al., 1999). Une période de restriction alimentaire chez le porc peut-être suivie d'une croissance compensatoire pendant laquelle le GMQ est significativement accéléré et pendant laquelle l'animal tend à rejoindre la trajectoire normale de sa croissance (Lovatto et al., 2000). Dans le cas de la présente étude, les animaux du programme réduit n'ont pas eu d'accroissement significatif du GMQ après 76 kg; les performances se sont maintenues. C'est ce qui nous fait dire que les animaux du programme réduit n'ont pas fait de gain compensatoire. Il n'y a pas d'évidence que l'apport en lysine ait été fortement restreint chez les porcs du groupe

réduit puisque les performances animales obtenues n'ont pas été inférieures à celles du groupe témoin de 30 à 76 kg. Une restriction protéique aurait pour conséquence de réduire le GMQ et la conversion alimentaire des porcs (Lovetto et al., 2000).

À la phase III (76 à 98 kg), les porcs du programme témoin ont reçu un aliment dont la teneur en lysine était plus faible que ce qui aurait dû être servi (0,76 % au lieu de 0,88% de lysine totale). Par conséquent, leur ingestion de lysine a diminué plus fortement que prévue de la phase II à III (28,9 g/j en phase II par rapport à 24,5 g/j en phase III) et elle était plus faible que celle du traitement réduit durant la phase III (24,5 g/j pour le traitement témoin par rapport à 27,7 g/j pour le traitement réduit). Malgré cela, le gain de l'épaisseur de gras dorsal entre 76 et 98 kg de poids est demeuré assez constant par rapport à la phase alimentaire précédente (tableau 7). Les performances des porcs du groupe témoin n'ont pas diminué malgré la réduction de l'apport protéique entre 76 et 98 kg de poids. Ceci suggère que les apports fournis étaient probablement suffisants malgré la baisse observée.

Finalement, le poids chaud et le rendement de la carcasse sont plus élevés pour les porcs du groupe témoin par rapport au groupe réduit (tableau 6). Ces augmentations, bien que significatives, restent faibles et représentent moins de 1 % des valeurs du groupe témoin. Les différences de rendement de la carcasse devraient pouvoir s'expliquer par l'effet des traitements sur le contenu du système digestif, le poids des viscères ou la composition de la carcasse. Il faut toutefois noter que plusieurs facteurs tels que le poids vif (Wagner et al. 1999), la race de porc (White et al., 1993; Edwards et al. 2003) et l'alimentation (Rahnema et Borton, 2000; King et al., 2000) peuvent modifier ces éléments et le rendement de la carcasse, mais que leurs interactions n'ont pas été clairement définies, rendant difficile une généralisation de ces résultats. Par exemple, les porcs des races les plus maigres avaient un rendement de carcasse supérieur aux porcs d'une race plus grasse (White et al., 1993; Edwards et al. 2003). Toutefois, le traitement des porcs maigres et gras d'une de ces études avec de l'hormone de croissance a entraîné une diminution du gras dorsal, mais aussi du rendement de leur carcasse (White et al., 1993).

Tableau 4: Performances zootechniques des porcs¹

	PROGRAMME ALIMENTAIRE			
<i>Phase I (30-51 kg)</i>	TÉMOIN	RÉDUIT	ERREUR-TYPE	P
Poids initial (kg)	30,43	30,40	0,21	0,91
Poids final (kg)	51,80	51,13	0,72	0,37
Durée (j)	23, 0 (46,0) ²	23, 0 (46,0) ²	0	1,00
GMQ (g/j)	929,2	901,4	33,2	0,41
C.A.	1,97	1,98	0,04	0,70
Ingestion journalière (kg/porc)	1,82	1,78	0,05	0,43
<i>Phase II (51-76 kg)</i>				
Poids initial (kg)	51,80	51,13	0,72	0,37
Poids final (kg)	76,55	76,12	1,02	0,68
Durée (j)	22,0 (44,0) ²	22,0 (42,9) ²	0	1,00
GMQ (g/j)	1 124,9	1 115,7	32,0	0,78
C.A.	2,47	2,34	0,03	0,04
Ingestion journalière (kg/porc)	2,76	2,67	0,05	0,12
<i>Phase III (76-98 kg)</i>				
Poids initial (kg)	76,55	76,12	1,02	0,68
Poids final (kg)	97,92	98,18	1,90	0,89
Durée (j)	21,0 (42,0) ²	21,0 (40,9) ²	0	1,00
GMQ (g/j)	1 017,6	1 050,7	54,4	0,55
C.A.	3,20	3,12	0,18	0,68
Ingestion journalière (kg/porc)	3,22	3,15	0,09	0,45
<i>Phase IV (98-122 kg)</i>				
Poids initial (kg)	97,92	98,18	1,90	0,89
Poids final (kg)	121,76	121,30	0,96	0,64
Durée (j)	23,5 (46,6) ²	21,2 (39,9) ²	2,41	0,36
GMQ (g/j)	1026,3	1098,6	49,6	0,16
C.A.	3,40	3,32	0,13	0,54
Ingestion journalière (kg/porc)	3,43	3,61	0,10	0,08

Global (30-122 kg)	TÉMOIN	RÉDUIT	ERREUR-TYPE	P
Poids initial (kg)	30,43	30,40	0,21	0,91
Poids final (kg)	121,76	121,30	0,96	0,64
Durée (j)	89,5 (178,6) ²	87,2 (169,7) ²	2,41	0,36
GMQ (g/j)	1 018,8	1 032,5	31,65	0,67
C.A.	2,75	2,67	0,06	0,23
Ingestion journalière (kg/porc)	2,79	2,74	0,05	0,45
Phase I et II (30-76 kg)				
Poids initial (kg)	30,43	30,40	0,21	0,91
Poids final (kg)	76,55	76,12	1,02	0,68
Durée (j)	45,0 (90) ²	45,0 (88,9) ²	0	1,00
GMQ (g/j)	1024,9	1000,8	26,9	0,38
C.A.	2,22	2,19	0,03	0,17
Ingestion journalière (kg/porc)	2,27	2,18	0,05	0,09

¹ Moyennes ajustées

² Durée moyenne de la période (nombre moyen de jours de présence par porc)

Tableau 5 : Ingestion journalière de nutriments (tels que servis) ¹

	PROGRAMME ALIMENTAIRE			
<i>Phase I (30-51 kg)</i>	TÉMOIN	RÉDUIT	ERREUR-TYPE	P
Matière sèche (kg/j)	1,60	1,57	0,05	0,45
Protéine brute (g/j)	344	304	9,3	0,0004
Lysine totale (g/j)	21,7	17,8	0,6	<0,0001
Énergie digestible (kcal/j)	6 354,2	6 196,6	181,6	0,40
Énergie nette (kcal/j)	4 735,1	4 705,2	136,8	0,83
Apport de lysine totale / kg GMQ	23,4	19,8		
<i>Phase II (51-76 kg)</i>				
Matière sèche (kg/j)	2,42	2,35	0,04	0,12
Protéine brute (g/j)	478	420	9,2	<0,0001
Lysine totale (g/j)	28,9	23,7	0,5	<0,0001
Énergie digestible (kcal/j)	9 223,4	8 938,4	156,5	0,12
Énergie nette (kcal/j)	6 849,9	6 684,0	141,3	0,25
Apport de lysine totale / kg GMQ	25,7	21,2		
<i>Phase III (76-98 kg)</i>				
Matière sèche (kg/j)	2,84	2,79	0,08	0,54
Protéine brute (g/j)	470	508	12,3	0,03
Lysine totale (g/j)	24,5	27,7	0,8	0,0005
Énergie digestible (kcal/j)	10 798,7	10 522,8	313,6	0,39
Énergie nette (kcal/j)	8 291,4	7 968,4	239,3	0,19
Apport de lysine totale / kg GMQ	24,1	26,4		
<i>Phase IV (98-122 kg)</i>				
Matière sèche (kg/j)	2,99	3,15	0,08	0,07
Protéine brute (g/j)	497	494	13,8	0,80
Lysine totale (g/j)	26,0	24,9	0,7	0,13
Énergie digestible (kcal/j)	11 352,5	11 919,8	320,2	0,09
Énergie nette (kcal/j)	8 745,6	9 289,8	247,6	0,04
Apport de lysine totale / kg GMQ	25,3	22,7		

Global (30-122 kg)	TÉMOIN	RÉDUIT	ERREUR-TYPE	P
Matière sèche (kg/j)	2,45	2,42	0,05	0,49
Protéine brute (g/j)	446	425	9,2	0,03
Lysine totale (g/j)	25,2	23,3	0,5	0,003
Énergie digestible (kcal/j)	9 368,3	9 212,4	182,2	0,40
Énergie nette (kcal/j)	7 108,6	7 043,3	137,1	0,64
Apport de lysine totale / kg GMQ	24,7	22,6		
Phase I et II (30-76 kg)				
Matière sèche (kg/j)	2,00	1,92	0,05	0,09
Protéine brute (g/j)	409	359	8,7	<0,0001
Lysine totale (g/j)	25,2	20,6	0,5	<0,0001
Énergie digestible (kcal/j)	7 747,8	7 434,8	174,7	0,09
Énergie nette (kcal/j)	5 769,0	5 644,2	131,8	0,36
Apport de lysine totale / kg GMQ	24,5	20,5		

¹ Moyennes ajustées

Tableau 6 : Données d'abattage¹

	PROGRAMME ALIMENTAIRE				
	TÉMOIN	RÉDUIT	ERREUR-TYPE	P	COVARIABLE²
Paramètres					
Poids chaud de la carcasse (kg) ₂	99,0	98,2	0,29	0,01	<0,0001
Rendement de la carcasse (%)	81,4	80,8	0,25	0,02	NS
Épaisseur de gras (mm) ³	21,7	19,7	0,85	0,03	NS
Épaisseur de muscle (mm) ³	63,3	63,0	0,90	0,75	NS
Rendement en viande de la carcasse (%)	59,5	60,2	0,35	0,05	NS

¹ Moyennes ajustées

² Le poids vif avant l'abattage est la covariable utilisée

³ Mesurée en abattoir avec une sonde invasive

Tableau 7 : Composition corporelle en muscle et en gras de la carcasse

	ÉPAISSEUR DE GRAS (MM) ¹				MASSE LIPIDIQUE (KG) ²				ÉPAISSEUR DE MUSCLE (MM) ¹				MASSE PROTÉIQUE (KG) ²			
	TÉMOIN	RÉDUIT	ET ³	P	TÉMOIN	RÉDUIT	ET ³	P	TÉMOIN	RÉDUIT	ET ³	P	TÉMOIN	RÉDUIT	ET ³	P
51 kg	8,26	7,99	0,33	0,42	7,87	7,65	0,27	0,43	40,76	41,14	0,56	0,51	8,42	8,42	0,08	0,98
76 kg	11,86	11,23	0,39	0,13	15,56	15,07	0,43	0,27	50,81	50,35	0,66	0,49	11,93	11,94	0,15	0,94
98 kg	14,88	13,90	0,51	0,06	23,61	23,40	0,81	0,59	57,80	58,41	0,91	0,51	14,58	14,89	0,19	0,08
122 kg	18,97	17,44	0,77	0,06	35,26	34,03	0,76	0,12	62,44	62,08	0,68	0,60	17,33	17,48	0,14	0,31
Gain 51-76 kg	3,59	3,25	0,27	0,21	7,69	7,42	0,30	0,38	10,05	9,21	0,50	0,11	3,51	3,52	0,10	0,90
Gain 76-98 kg	3,19	2,61	0,47	0,17	8,26	8,37	0,59	0,79	6,99	8,13	0,81	0,18	2,69	3,00	0,11	0,006
Gain 98-122 kg	3,69	3,62	0,36	0,85	11,06	10,59	0,65	0,47	4,42	3,67	0,87	0,40	2,66	2,54	0,21	0,59

¹Mesures effectuées à partir d'un appareil à ultrasons

² Estimation à partir du poids vif et des mesures aux ultrasons

³ Erreur type de la différence

Rejets azotés dans le lisier de porc

Selon les calculs effectués, les animaux qui consomment des aliments contenant moins d'acides aminés et de protéines rejettent moins d'azote dans le lisier étant donné que la quantité d'azote retenu est fixe. D'ailleurs, ceci est confirmé par les masses protéiques obtenues à 122 kg (tableau 7). À consommation égale entre les deux traitements, les porcs du programme réduit ont effectivement ingéré 4,8 % moins d'azote que les porcs du programme témoin et ainsi, excrété 7,5 % moins d'azote dans le lisier (tableau 8).

Tableau 8 : Rejets azotés¹ de 30 à 122 kg de poids vif

	PROGRAMME ALIMENTAIRE	
	TÉMOIN	RÉDUIT
Paramètres		
N ingéré (kg)	6,41	6,10
N retenu (kg)	2,28	2,28
N excrété (kg)	4,13	3,82
Ratio N ingéré / N retenu	2,81	2,68

¹ En considérant la moyenne des deux traitements combinés pour les gains de poids et les conversions alimentaires pour les phases alimentaires I, III et IV. Pour la phase II, la conversion alimentaire moyenne obtenue par traitement a été utilisée et un gain de poids moyen a été calculé.

ANALYSE ECONOMIQUE

Impacts sur les coûts d'alimentation

Selon les calculs effectués, la consommation totale d'aliments de 30,4 à 121,5 kg de poids vif est inférieure de 3,2 kg pour les porcs assignés au programme réduit comparativement à celle du groupe témoin, soit 247,3 et 250,5 kg respectivement (annexe A). Cette différence de consommation s'explique par la conversion alimentaire en phase II qui est différente entre les deux traitements.

À partir de la consommation d'aliments par phase et du prix des aliments (juillet à octobre 2003), le coût d'alimentation par porc pour les deux programmes alimentaires a pu être calculé. Globalement, le programme réduit en acides aminés a entraîné une réduction des coûts d'alimentation de 2,11 \$ par porc, soit une baisse de 2,8 % par rapport au programme témoin (tableau 9). Cette baisse intervient malgré l'inversion des moulées en phase III (76 à 98 kg). La réduction des coûts d'alimentation, par l'utilisation du programme réduit, s'explique par le prix d'achat des aliments qui est inférieur et par la conversion alimentaire qui est améliorée durant la phase alimentaire II. La réduction des teneurs en lysine et des autres acides aminés de la ration a pour conséquence de diminuer l'utilisation d'acides aminés industriels lors de la formulation et de réduire le taux de protéines de la ration, ce qui améliore le coût des aliments. Ainsi, pour un gain de poids total de 91,1 kg (annexe A), l'alimentation réduite en acides aminés permet une économie de 0,023 \$ par kilo de gain. Si les porcs avaient été abattus à 107,1 kg, la réduction des coûts d'alimentation aurait été de 1,70 \$ par porc (annexe B). Donc, l'avantage financier à utiliser le programme réduit se maintient que l'animal soit abattu à 121,5 ou 107,1 kg de poids vif.

La différence de coûts d'alimentation observée entre les deux traitements est fonction du prix des matières premières utilisées dans la formulation des aliments. Comme le prix des matières premières fluctuent constamment, cette différence de coûts n'est pas fixe dans le temps. Plus l'utilisation de la lysine et des suppléments protéiques sera coûteuse, plus l'économie reliée à l'utilisation d'un aliment à teneur réduite en lysine devrait être importante.

De plus, une réduction des coûts d'alimentation ne signifie pas nécessairement que la marge du producteur va s'améliorer. En effet, si les performances d'abattage (poids de la carcasse,

rendement en viande maigre de la carcasse, épaisseur de gras dorsal, etc.) sont détériorées par un programme alimentaire qui diminue les coûts d'alimentation, cela peut se traduire par une baisse du revenu. Une diminution de revenus supérieure à la baisse des coûts d'alimentation viendrait réduire la marge et détériorer la situation financière de l'entreprise, d'où l'importance d'estimer les revenus liés à chaque programme.

Tableau 9 : Estimation des coûts d'alimentation pour un porc de 30,4 à 121,5 kg de poids vif

PHASE	COÛTS D'ALIMENTATION (\$/PORC)		ÉCART ENTRE LES PROGRAMMES ALIMENTAIRES APPLIQUÉS (RÉDUIT PAR RAPPORT AU TÉMOIN)		
	TÉMOIN	RÉDUIT	\$/PORC	\$/ KG GAIN ¹	%
I	14,52	13,97	-0,55	-0,0261	-3,78
II	18,72	17,08	-1,64	-0,0661	-8,77
III	19,66	20,39	+0,74	+0,0339	+3,75
IV	22,43	21,78	-0,65	-0,0279	-2,92
Total	75,33	73,22	-2,11	-0,0231	-2,80

¹ Le coût par kilo de gain a été calculé en divisant la différence en \$/porc par le gain de poids moyen de chaque phase

Impact sur les revenus de vente des porcs

Les revenus de vente des porcs sont fonction de trois facteurs soient, le prix du pool, l'indice de classement et le poids de la carcasse. Selon la mise en marché actuelle des carcasses au Québec, l'indice de classement est déterminé à partir d'une grille comportant différentes strates de poids et différentes classes de rendement en viande maigre. L'indice de classement peut varier selon la distribution du poids de la carcasse et cette dernière dépend de la régie avant l'abattage. C'est pourquoi, l'indice de classement moyen obtenu pour chaque programme alimentaire n'a pu être utilisé directement puisque la distribution du poids de la carcasse différait entre les deux traitements (tableau 6). Afin d'éliminer le biais lié aux différentes distributions du poids de la carcasse, un indice moyen a donc été estimé pour chaque programme alimentaire (annexe C). L'indice de classement moyen qui a été estimé est plus élevé pour les carcasses du programme réduit (+1,25 point) que celles du programme témoin (tableau 10). Cette différence est liée au rendement en viande maigre qui est plus élevé pour le programme réduit (tableau 6). Selon les calculs effectués à partir du prix de pool, du poids de la carcasse et de l'indice de

classement, le revenu de vente par porc est supérieur de 0,59 \$ pour le programme alimentaire réduit comparativement au programme témoin (tableau 10).

L'indice de classement plus élevé pour les carcasses du programme réduit a permis l'obtention d'un prix plus élevé sur le marché, même si le poids de la carcasse est inférieur pour le programme réduit par rapport au programme témoin. Il faut se rappeler que dans le cadre de cette expérience, les porcs ont été abattus à un poids vif de 121,5 kg, ce qui augmente le poids de la carcasse et réduit l'indice de classement par rapport à une situation d'élevage « normale ».

Tableau 10 : Revenu brut par porc

	PROGRAMME ALIMENTAIRE	
	TÉMOIN	RÉDUIT
Poids carcasse (kg) ¹	99,0	98,2
Indice de classement estimé ²	93,52	94,77
Prix de pool moyen (\$/100 kg) ³	121,53	121,53
Revenu brut (\$/porc)	112,51	113,10

¹ Moyennes ajustées. Le poids vif avant l'abattage a été utilisé comme covariable sur cette variable

² L'indice de classement a été estimé selon les calculs en annexe C

³ Le prix de pool utilisé est la moyenne des prix de pool des cinq semaines d'envois

Impacts sur la marge brute du producteur

La réduction des teneurs en acides aminés des rations pour porcs de 30,4 à 121,5 kg est avantageuse pour le producteur de porcs comparativement à un programme plus riche en acides aminés (témoin). En effet, la marge brute s'améliore de 2,69 \$ par porc avec le programme réduit comparativement au programme témoin (tableau 11). La marge brute étant la différence entre le coût d'alimentation d'un porc de 121,5 kg et les revenus générés par la vente de celui-ci. Ramenée par kilo de gain, la marge brute est plus élevée de près de 3 ¢ pour le programme réduit comparativement au programme témoin. Près de 80 % de cette amélioration est liée à la baisse du coût d'alimentation. Essentiellement, ce sont les prix d'aliments moins élevés qui expliquent la baisse du coût d'alimentation pour le programme réduit par rapport au programme témoin. En effet, la lysine, les autres acides aminés et les suppléments protéiques sont des ingrédients onéreux, la diminution de leurs teneurs se reflète sur le prix de l'aliment.

Dans un contexte de production, cette baisse du coût d'alimentation est appréciable. Le poste d'alimentation est le plus important poste de dépenses dans un engraissement, représentant

44 % des dépenses³. Un aliment moins coûteux qui ne détériore pas les performances zootechniques est avantageux pour un producteur. En d'autres termes, il semble que le programme témoin amène un excès de lysine et d'acides aminés qui ne sont pas valorisés par les porcs. L'élimination de cet excès dans le groupe réduit diminue donc les coûts d'alimentation.

De plus, on constate que l'avantage lié à la baisse du coût d'alimentation ne s'est pas traduit par une baisse des performances d'abattage susceptible de diminuer l'avantage économique du programme réduit. Malgré un poids de carcasse légèrement supérieur pour le programme témoin, le programme réduit a permis un rendement en maigre un peu plus élevé, qui s'est traduit par un indice de classement à la hausse pour ce programme comparativement au témoin. Cette hausse de l'indice de classement a permis une amélioration des revenus par porc de 0,59 \$ pour le programme réduit par rapport au programme témoin.

Ces résultats vont dans le même sens que des travaux de simulation avec une restriction modérée des apports (90 % des besoins) en protéine équilibrée (lysine et autres acides aminés essentiels) chez le porc en croissance-finition (Jean dit Bailleul et al., 1998). Cette restriction simulée entraînait une augmentation du revenu économique par une diminution des coûts d'alimentation supérieure à la perte de revenu causée par la diminution de la rétention protéique. Bien que ceci reste à démontrer expérimentalement, la simulation suggère qu'une restriction protéique encore plus sévère que celle évaluée ici pourrait être économiquement rentable (Jean dit Bailleul et al., 1998).

Tableau 11 : Marge brute pour une période d'engraissement de 30,4 à 121,5 kg

	MARGE BRUTE		ÉCART ENTRE LES PROGRAMMES ALIMENTAIRES APPLIQUÉS (RÉDUIT PAR RAPPORT AU TÉMOIN)
	TÉMOIN	RÉDUIT	
(\$/porc)	37,18 \$	39,87 \$	+ 2,69 \$
(\$/kg gain)	0,408 \$	0,438 \$	+ 0,030 \$

³ Men\$uel Porc, Édition spéciale, février 2004

CONCLUSION

Deux méthodes de détermination des besoins en lysine ont été évaluées pour préciser les besoins des porcs lourds à l'engraissement. Des programmes alimentaires ont été formulés selon ces deux méthodes afin d'évaluer leur précision. Le programme témoin a été élaboré à partir d'une formulation type connue, dérivée d'une méthode dite traditionnelle (empirique). Les besoins en lysine des porcs soumis au programme réduit ont été élaborés en s'inspirant de la méthode factorielle développée en France par l'INRA. Par cette approche, les apports en acides aminés sont réduits.

Cependant, de 76 à 98 kg (phase III), une inversion des aliments servis s'est produite; ce qui a eu comme effet de diminuer l'écart prévu entre les deux programmes en terme d'apport en lysine. Considérant ce fait, les apports fournis par les programmes alimentaires établis selon la méthode traditionnelle et la méthode ajustée de l'INRA ont été respectivement de 24,7 et 22,6 g de lysine totale pour chaque kg de GMQ. De 30 à 122 kg de poids vif, les deux méthodes permettent l'obtention de performances animales équivalentes. Le programme alimentaire qui fournit un apport moyen de 22,6 g de lysine totale par kg de GMQ est approprié pour des porcs lourds à l'engraissement (30 à 122 kg).

Ce programme alimentaire permet une réduction des teneurs en lysine (7 %) et autres acides aminés des aliments et par conséquent, abaisse l'ingestion d'azote par les porcs (4,8 %) ainsi que les rejets azotés dans l'environnement (7,5 %). Les coûts d'alimentation, de 30 à 122 kg, sont améliorés de 2,11 \$ par porc et les revenus de vente des carcasses de porcs, de 0,59 \$ par porc. Par ailleurs, la marge entre les coûts d'alimentation et les revenus du producteur de porc est améliorée (+ 2,69 \$ par porc).

L'apport en lysine pour des porcs lourds à l'engraissement, qui a été établi en s'inspirant de la méthode factorielle de l'INRA, semble adéquat pour des porcs de 30 à 76 kg de poids vif. Toutefois, l'imprévu observé lors du déroulement de l'essai soit, l'inversion de l'aliment de 76 à 98 kg, nous amène à être prudent dans la recommandation des apports suggérés par la méthode ajustée de l'INRA au-delà de 76 kg de poids vif.

RÉFÉRENCES

Chiba, L.I., Ivey, H.W., Cummins, K.A. et Gamble, B.E. 1999. Growth performance and carcass traits of pigs subjected to marginal dietary restrictions during the grower phase. *J. Anim. Sci.* 77: 1769-1776.

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. *Groupe Porc.* 41 p.

Dourmad, J.Y., Guillou, D., Sève, B. et Henry, Y. 1995. Influence de l'apport de lysine sur les performances du porc en finition. *Journées Rech. Porcine en France.* 27: 253-260.

Dourmad, J.Y. 2001. Évaluation factorielle des besoins en acides aminés pour le porc en croissance. *CDPQ. Journée d'études porcine.* Drummondville, 30 mai.

Edwards, D.B., Bates, R.O. et Osburn, W.N.. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *J. Anim. Sci.* 81: 1895-1899.

Génétiporc inc. 2002. Le Modèle « Breton » de croissance des porcs – Notice d'utilisation du programme « Galporc 8,00 ».

Jean dit Bailleul, P., Bernier, J.F. et Pomar, C. 1998. Système simplifié d'optimisation économique de l'engraissement porcin. *Journées Rech. Porcine en France.* 30: 127-132.

Kerr, B.J., Southern, L.L., Bidner, T.D., Friesen, K.G. et Easter, R.A.. 2003. Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 81: 3075-3087.

King, R.H., Dunshea, F.R., Morrish, L., Eason, P.J., van Barneveld, R.J., Mullan, B.P. et Campbell, R.G. The energy value of *Lupinus angustifolius* and *Lupinus albus* for growing pigs. *Animal Feed Sci. Technol.* 83: 17-30.

Lovatto, P.A., Sauvant, D. et Van Milgen, J. 2000. Étude et modélisation du phénomène de croissance compensatrice chez le porc. *Journées Rech. Porcine en France.* 32 : 241-246.

Moughan, P.J. et Fuller, M.F. 2003. «Modelling amino acid metabolism and the estimation of amino acid requirements». Dans: D'Mello, J.P.F. *Amino Acids in Animal Nutrition*, 2nd ed. CABI Publishing, Oxon. pp. 187-202.

National Research Council, 1998. *Nutrient Requirements of Swine, Tenth Revised Edition*, National Academy of Science, Washington. 189 p.

Noblet, J. et Quiniou, N. 1999. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du porc en croissance. *Techni porc*, vol. 22, no 4, pp. 9-16.

Pomar, C. et Rivest, J. 1996. Évaluation in vivo de la composition corporelle du porc à l'engrais. 17^e Colloque sur la production porcine, Saint-Hyacinthe, novembre. *Conseil des productions animales du Québec inc.*, 80 p.

Rahnema, S. et Borton, R. 2000. Effect of consumption of potato chip scraps on the performance of pigs. *J. Anim. Sci.* 78: 2021-2025.

Rivest, J., Pomar, C., Fillion, R. et Pettigrew, D. 1999. Détermination des besoins protéiques des porcs du Québec. 20^e Colloque sur la production porcine, Saint-Hyacinthe, novembre. Conseil des productions animales du Québec inc., 55 p.

SAS Institute Inc. 1999. SAS (Version 8.0), [Logiciel]. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Wagner, J.R., Schinckel, A.P., Chen, W., Forrest, J.C. et Coe, B.L. 1999. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. *J. Anim. Sci.*, 77: 1442-1466.

White, B.R., Lan, Y.-H., McKeith, F.K., McLaren, D.G., Novakofski, J., Wheeler, M.B. et Kasser, T.R. 1993. Effects of porcine somatotropin on growth and carcass composition of Meishan and Yorkshire barrows. *J. Anim. Sci.* 71: 3226-3238.

ANNEXE A ESTIMATION DES QUANTITES D'ALIMENTS CONSOMMES

La quantité d'aliments ingérés par porc a été estimée à l'aide de la conversion alimentaire et du gain de poids (C.A. X G.P.) pour chacune des phases alimentaires. Pour ces variables, lorsque les différences entre les traitements n'étaient pas significatives, ce sont les valeurs moyennes des deux traitements combinés qui ont été utilisées pour les calculs. La C.A. au cours de la phase II était significativement différente entre les traitements (tableau 4). Dans ce cas, ce sont les moyennes par traitement qui ont été utilisées pour les calculs.

La consommation totale moyenne par animal pour chaque période de l'essai, devait être connue. Deux méthodes étaient possibles pour l'évaluer: 1) multiplier la C.A. par le G.P. de la période ou 2) multiplier la consommation journalière par la durée de la période. Les unités expérimentales sont représentées par des parcs de deux porcs chacun. La détermination de la durée d'une période et l'estimation de la consommation totale par animal nécessite de prendre en compte les mortalités ou les retraits en cours d'expérimentation. L'utilisation de la C.A. pour estimer la consommation totale d'aliments par animal est beaucoup plus simple et tout aussi satisfaisante comme approche que celle où la consommation quotidienne et les jours de présence sont utilisés. De plus, l'utilisation de la C.A. a permis de considérer la différence statistique qui existe entre les traitements pour la C.A. durant la phase alimentaire II.

Selon les calculs effectués, la quantité d'aliments consommés est de 247,29 kg pour le programme réduit soit, 3,23 kg de moins que celle du groupe témoin. Cette différence de consommation s'explique par la conversion alimentaire en phase II qui est meilleure pour le traitement réduit en lysine.

Estimation des quantités d'aliments consommés par un porc de 30,4 à 121,5 kg

PHASE	C. A.		GAIN DE POIDS (KG)		QUANTITÉ D'ALIMENTS (KG)	
	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT
I	1,98	1,98	21,05	21,05	41,57	41,57
II	2,47	2,34	24,87	24,87	61,42	58,18
III	3,16	3,16	21,72	21,72	68,64	68,64
IV	3,36	3,36	23,48	23,48	78,89	78,89
Total			91,12	91,12	250,52	247,29

ANNEXE B CALCUL DES COÛTS D'ALIMENTATION POUR UN PORC DE 107,1 KG

Pour calculer les coûts d'alimentation pour un porc abattu à 107,1 kg, les hypothèses suivantes sont posées:

- le gain de poids pour une phase IV écourtée est évalué à 9,08 kg, soit la différence entre le poids visé (107,13 kg) et le poids de départ moyen de la phase IV (98,05 kg);
- la conversion alimentaire en phase IV est estimée à partir de la moyenne des C.A. obtenues en phases III et IV pour des porcs abattus à 121,53 kg.

Estimation des quantités d'aliments consommés par un porc de 30,4 à 107,1 kg

PHASE	C. A.		GAIN DE POIDS (KG)		QUANTITÉ D'ALIMENTS (KG)	
	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT	TÉMOIN	RÉDUIT
I	1,98	1,98	21,05	21,05	41,57	41,57
II	2,47	2,34	24,87	24,87	61,42	58,18
III	3,16	3,16	21,72	21,72	68,64	68,64
IV	3,26	3,26	9,08	9,08	29,60	29,60
Total			76,72	76,72	201,23	197,99

Estimation des coûts d'alimentation pour un porc de 30,4 à 107,1 kg

PHASE	COÛTS D'ALIMENTATION (\$/PORC)		ÉCART ENTRE LES PROGRAMMES ALIMENTAIRES APPLIQUÉS (RÉDUIT PAR RAPPORT AU TÉMOIN)		
	TÉMOIN	RÉDUIT	\$/PORC	\$/ KG GAIN	%
I	14,52	13,97	-0,55	-0,0261	-3,78
II	18,72	17,08	-1,64	-0,0661	-8,77
III	19,66	20,39	0,74	0,0339	3,75
IV	8,42	8,17	-0,25	-0,0270	-2,92
Total	61,32	59,62	-1,70	-0,0222	-2,77

Le coût d'alimentation pour un porc abattu à 107,1 kg serait de 61,32 \$ pour le traitement témoin contre 59,62 \$ pour le traitement réduit. Une réduction des teneurs en lysine et autres acides aminés de la ration, de 30,4 à 107,1 kg, se traduit par une baisse du coût d'alimentation de 1,70 \$ par porc comparativement à un programme conventionnel.

ANNEXE C DETERMINATION DE L'INDICE DE CLASSEMENT MOYEN

Dans le présent essai, les rendements en viande maigre obtenus pour la carcasse ont été significativement différents pour les deux traitements. Pour l'évaluation économique, le rendement en viande maigre seul n'est pas suffisant pour établir le revenu, il faut aussi considérer l'indice de classement qui est à la base du paiement. Selon la mise en marché actuelle des carcasses de porcs au Québec, l'indice de classement est déterminé à partir d'une grille établie de différentes strates de poids de la carcasse et différentes classes de rendement en viande maigre (voir grille ci-dessous). L'indice de classement peut varier selon la distribution du poids de la carcasse et cette dernière dépend de la régie avant l'abattage. Les indices obtenus dans l'essai auraient pu être utilisés, étant donné que chaque animal possède un indice. Cependant, puisque la distribution du poids de la carcasse n'était pas identique pour les deux traitements, l'indice de classement moyen obtenu pour chaque programme alimentaire n'a pu être utilisé directement. Afin d'éliminer ce biais, un indice moyen a donc été estimé pour chaque programme alimentaire. Il a fallu estimer l'indice de classement en considérant une même distribution de poids pour les deux traitements.

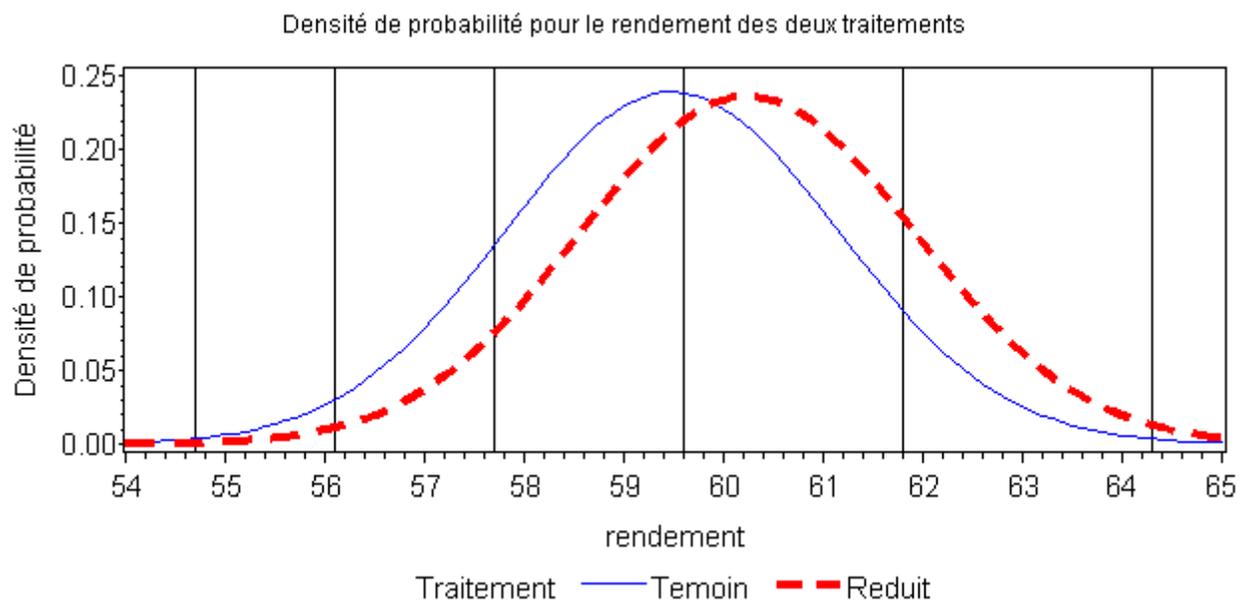
Grille de classement

	STRATES DE POIDS (KG)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Classes de rendement en viande maigre (%)	0,0/ 64,9	65,0/ 69,9	70,0/ 74,9	75,0/ 79,9	80,0/ 84,9	85,0/ 91,9	92,0/ 94,9	95,0/ 99,9	100 & plus
1° ≤ 64,3	40	80	100	110	116	116	112	100	80
2° 61,8 - < 64,3	40	80	96	108	114	114	110	98	80
3° 59,6 - < 61,8	40	80	92	104	110	110	106	96	80
4° 57,7 - < 59,6	40	80	90	102	108	108	104	92	80
5° 56,1 - < 57,7	40	80	90	98	106	106	102	88	80
6° 54,7 - < 56,1	40	80	86	96	100	100	98	86	80
7° < 54,7	40	80	84	92	96	96	94	82	80

Source : Encan électronique du porc, grille 141, 5 avril 2004

Pour déterminer l'indice de classement moyen, on a assumé que toutes les carcasses de porcs se retrouvent dans la strate de poids 8 soit, entre 95,0 et 99,9 kg. Cette supposition est très acceptable pour deux raisons :

1. nous sommes principalement intéressés à la différence d'indices entre les traitements et non aux valeurs d'indices en tant que telle pour chaque traitement;
2. la différence d'indices pour une différence de rendement en viande maigre donnée est modérément affectée par la classe de poids (non démontré ici). Deux populations de porcs ont donc été considérées, chacune ayant un rendement en viande maigre moyen correspondant à l'un des deux traitements. Cependant, les porcs de ces populations n'ont pas un rendement en viande maigre égal à la moyenne de leur population respective, mais démontrent plutôt des rendements qui suivent les distributions comme à la figure ci-dessous.



Les lignes verticales correspondent aux limites qui déterminent les classes de rendement en viande maigre. Le pic de chaque courbe correspond au rendement moyen de la population. La figure ci-dessus et la grille de classement montrent que si l'on se base exclusivement sur les rendements en viande moyens pour calculer un indice de classement moyen, des indices bien différents sont obtenus entre les deux traitements parce que les rendements en viande moyens des deux populations sont localisés dans des classes différentes. Par exemple, si l'on se situe dans la classe de poids 8 (95,0 à 99,9 kg), cela donnerait une différence d'indice de 4 points.

Cette différence serait nulle si l'on déplaçait légèrement les limites des classes de rendement en viande de façon à inclure les deux moyennes de rendement dans la même classe. Par cette façon de faire, le résultat obtenu est très sensible selon l'endroit où se positionne les deux moyennes par rapport aux bornes des classes de rendement.

Par contre, si un indice de classement moyen est calculé pour chaque population en tenant compte de la dispersion autour de la moyenne, les différences d'indice seront beaucoup plus stables par rapport au positionnement des limites des classes de rendement. C'est ce que nous avons fait dans le présent exercice. Les deux populations de porcs (1 000 000 de porcs chacune) ont été générées aléatoirement en considérant une dispersion donnée (coefficient de variation de 2,8 % tiré des données du Programme d'évaluation des porcs en station de Deschambault) et en leur attribuant les moyennes correspondant aux résultats de l'essai pour le rendement en viande maigre. La simulation n'était pas absolument nécessaire mais elle fut préférée pour sa simplicité par rapport à une méthode de calcul direct. De cette façon, un indice de classement de 93,52 est obtenu pour le traitement témoin et un autre de 94,77 pour le traitement réduit, soit une différence de 1,25 points d'indice.

ANNEXE D ESTIMATION DES APPORTS EN LYSINE

Selon la méthode factorielle de l'INRA, le besoin des porcs durant la croissance est fonction du GMQ (Dourmad et al., 1995; Dourmad, 2001; Noblet et Quiniou, 1999), il est établie à 18 - 18,5 g de lysine digestible vraie pour chaque kg de GMQ. Cependant, pour considérer le progrès du dépôt de maigre enregistré au Québec depuis quelques années et assurer une certaine sécurité, un facteur d'ajustement a été considéré. En s'inspirant de la méthode factorielle de l'INRA, les apports nutritionnels recommandés sont de 19 - 20 g de lysine digestible vraie pour chaque kg de GMQ (21,7 à 22,9 g de lysine totale par kg de GMQ) pour des porcs québécois de 30 à 122 kg (Génétiporc, 2002).

Selon la méthode de l'INRA, les apports journaliers dépendent du GMQ des animaux. Selon le potentiel de croissance des porcs et de la consommation alimentaire, il est possible de calculer l'apport en lysine digestible recommandé et d'établir la teneur en lysine de la ration à offrir.

Par exemple, pour des porcs de 30 à 50 kg de poids ayant un GMQ est de 900 g/j et une consommation alimentaire de 1,8 kg/jour :

- L'apport recommandé en lysine digestible vraie sera de 18 g / jour ($20 \text{ g/kg GMQ} \times 0,900 \text{ kg/j}$) ;
- La teneur des aliments en lysine digestible devra être de 1,0 % ($(18 \text{ g de lysine /jour} \div 1,8 \text{ kg/j}) \div 10$).

La conversion alimentaire peut également servir pour établir la teneur à prévoir dans les aliments : $\% \text{ ration} = (\text{besoin g/kg GMQ} \div \text{C.A.}) \div 10$.

Tableau des apports journaliers en lysine digestible selon le GMQ

GMQ (g/j)	APPORT RECOMMANDÉ EN LYSINE DIGESTIBLE VRAIE (g/j)
700	14
800	16
900	18
1000	20