

# Évaluation de la capacité d'ingestion et du potentiel de dépôt protéique maximal des porcs de 20 à 65 kg de poids vif

A. ROY, J.F. BERNIER, C. POMAR

*Agriculture et Agro-Alimentaire Canada*

*CP90, Centre de Recherche et de Développement sur le Bovin laitier et le Porc, Lennoxville, Québec J1M 1Z3, Canada*

*Avec la collaboration technique de N. Ouellet et la collaboration financière de Génétiporc Inc.*

## Évaluation de la capacité d'ingestion et du potentiel de dépôt protéique maximal des porcs de 20 à 65 kg de poids vif

Les objectifs de cette expérience étaient d'évaluer les effets d'une augmentation de la concentration énergétique et protéique des aliments, destinés à de jeunes porcs, sur la prise alimentaire et le dépôt protéique. Cent vingt-six porcs (Yorkshire x Landrace) (63 mâles entiers et 63 mâles castrés) de  $22 \pm 3.0$  kg (moyenne  $\pm$  écart-type) ont été répartis aléatoirement en 9 blocs constitués de 14 animaux (7 de chaque sexe). À l'intérieur de chacun de ces blocs, les animaux de chaque sexe ont reçu, à volonté, un des sept régimes expérimentaux. Ces régimes ont été formulés pour contenir un des trois niveaux d'énergie nette (9,93, 10,76 et 11,52 MJ EN/kg) et un des trois niveaux de protéine équilibrée (152, 165 et 178 g PE/kg). Par la suite, les porcs ont été abattus à  $64 \pm 5,7$  kg (moyenne  $\pm$  écart-type). Les résultats montrent que les porcs de 20 à 65 kg consomment une quantité fixe d'énergie digestible (MJ ED/j) en ajustant, à la baisse, leur prise alimentaire avec l'augmentation de la concentration énergétique du régime ( $P < 0,01$ ). Cependant, la quantité d'énergie nette ingérée (MJ EN/j) augmente avec la teneur en énergie nette de la ration ( $P < 0,01$ ). L'énergie nette supplémentaire ingérée a tendance à augmenter le gain moyen quotidien en gras ( $P < 0,1$ ) et non celui en protéine qui est resté stable avec la teneur en énergie nette de la ration.

## An estimation of the maximal feed intake and protein deposition in pigs from 20 to 65 kg of body weight

This experiment was undertaken to investigate the effects of dietary net energy and balanced protein levels diets on feed intake and protein deposition capacity. One hundred and twenty six pigs (Yorkshire x Landrace) (63 male and 63 barrows) of  $22 \pm 3.0$  kg (mean  $\pm$  SD) were assigned to 9 blocks of 14 animals (7 of each sex). Within each block, pigs were offered for ad libitum consumption, one of seven experimental diets. Diets were formulated to contain one of three net energy levels (9.93, 10.76 and 11.52 MJ NE/kg) and one of three balanced protein levels (152, 165 and 178 g/kg). Pigs were fed these diets for 6 wk and slaughtered at  $64 \pm 5.7$  kg (mean  $\pm$  SD). Pigs between 20 and 65 kg eat a fixed amount of digestible energy (MJ DE/j) because their feed intake decreases with an increment of dietary net energy level ( $P < 0,01$ ). However, net energy intake (MJ NE/j) increased with net energy level ( $P < 0,01$ ). The additional net energy intake tended to increase fat gain ( $P < 0,1$ ) whereas protein gain remained unchanged.

## INTRODUCTION

Les facteurs qui contrôlent l'ingestion volontaire des porcs en croissance sont nombreux et complexes et ils répondent à des systèmes de contrôle à long, moyen et court terme. Cependant, deux approches simplifiées sont généralement proposées pour estimer l'appétit des porcs en croissance. La première approche assume que le porc consomme des aliments pour satisfaire ses besoins énergétiques d'entretien et de croissance (EMMANS, 1981; TESS et al., 1983; EMMANS et FISHER, 1984; BLACK et al., 1986). Dans ce cas, les porcs consommeront une plus grande quantité d'aliments peu concentrés (OWEN et RIDGMAN, 1968; FOWLER, 1985; PEKAS, 1983) pendant qu'ils limiteront la consommation des aliments riches en énergie. (HENRY, 1974; STANDING COMMITTEE on AGRICULTURE, 1987). Cependant, cette capacité d'ajustement de la prise alimentaire a ses limites qui sont liées à la capacité physique d'ingestion (CUNNINGHAM, 1968; BLACK et al., 1986; POMAR et MATTE, 1995). En effet, les résultats obtenus avec des porcs de plus de 50 kg indiquent clairement que la capacité d'ingestion des porcs et conséquemment, leur capacité à compenser la dilution des aliments par un accroissement de la prise alimentaire augmente progressivement avec le poids des animaux (POMAR et MATTE, 1995). Par contre, ces mêmes résultats suggèrent une deuxième approche indiquant que chez les jeunes porcs (< 50 kg de poids vif), l'ingestion volontaire serait plutôt contrôlée par leur capacité gastrique. Par conséquent, les jeunes porcs ne sont pas en mesure de compenser la dilution énergétique de la ration par un accroissement de la prise alimentaire (CAMPBELL et TAVERNER, 1986; STANDING COMMITTEE on AGRICULTURE, 1987). Ainsi, il est généralement accepté que chez les jeunes porcs, c'est la capacité d'ingestion d'énergie qui limite le dépôt musculaire, c'est-à-dire, que les porcs ne sont pas en mesure de consommer assez de moulée pour satisfaire les besoins d'entretien et de croissance (WHITTEMORE, 1986; DUNKIN, 1987; SCHINCKEL et DE LANGE, 1996; MÖHN et DE LANGE, 1998). Si cette hypothèse s'avère vraie, une augmentation de la consommation d'énergie par l'accroissement de la densité énergétique de l'aliment pourrait permettre aux jeunes porcs d'augmenter leur taux de gain tout particulièrement, leur gain protéique au début de la phase de croissance. Toutefois, il est possible dans cette situation que la protéine alimentaire devienne, à son tour, limitante pour le gain protéique.

Il existe dans la littérature, un grand nombre de travaux qui nous permettent de prédire la réponse des porcs à des niveaux variables de protéines. Par contre, peu de travaux ont porté sur l'effet des régimes alimentaires riches en énergie sur le dépôt protéique et la prise alimentaire des porcs. Ainsi le but de ce travail est d'étudier l'effet d'une augmentation de la concentration énergétique, avec ou sans augmentation de la concentration des protéines, des aliments servis à des jeunes porcs (25-65 kg de poids vif) sur la prise alimentaire et sur le dépôt protéique. Nous pourrions vérifier si l'ingestion d'énergie chez les jeunes porcs est limitée par la capacité gastrique et si une augmentation de l'ingestion d'énergie est accompagnée d'une hausse du dépôt protéique.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux et conditions d'élevage

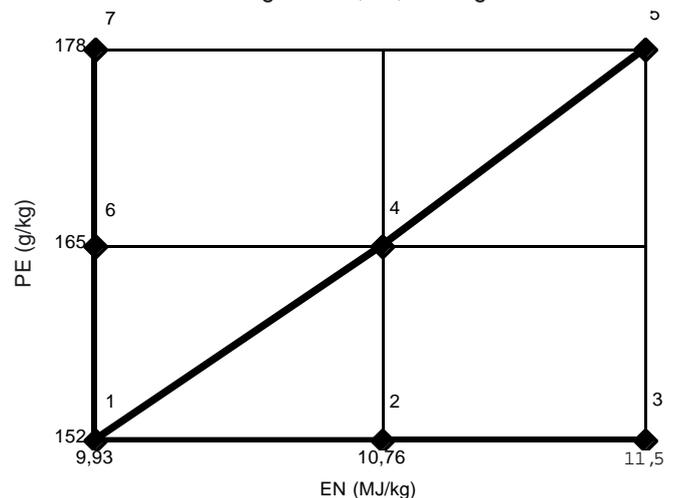
Pour cette expérience, nous avons utilisé 138 porcs (69 mâles entiers et 69 mâles castrés) de  $22 \pm 3.0$  kg (moyenne  $\pm$  écart-type) issus d'un croisement (Yorkshire x Landrace). Parmi ces porcs, 12 (6 de chaque sexe) sont choisis au hasard pour constituer un groupe d'abattage initial.

Les 126 porcs restants (63 de chaque sexe) ont été attribués, au hasard, aux traitements alimentaires selon un arrangement factoriel  $2 \times 3 \times 3$  avec des répétitions fractionnelles ayant comme effets principaux le sexe (mâle entier ou mâle castré) et le régime expérimental (3 niveaux d'énergie nette et 3 niveaux de protéine équilibrée). Seulement sept des neuf traitements alimentaires possibles ont été utilisés. Ainsi, les mêmes combinaisons sexe-régime ( $2 \times 7$ ) sont toutes représentées à l'intérieur de chacun des blocs de 14 porcs.

### 1.2. Régimes expérimentaux

Les 7 régimes expérimentaux ont été distribués de façon aléatoire à l'intérieur de chaque bloc. Les régimes expérimentaux ont été formulés pour contenir un des trois niveaux d'énergie nette (9,93, 10,76 et 11,52 MJ/kg) et un des trois niveaux de protéine équilibrée (152, 165 et 178 g/kg) (figure 1). À noter que deux des neufs combinaisons possibles de régime n'ont pas été utilisées. Le régime alimentaire #1 est le régime alimentaire de base et il a été formulé pour contenir les niveaux de protéine et d'énergie les plus bas (tableau 1). Les régimes 2 et 3 sont obtenus en substituant 50 et 100%, respectivement, de l'amidon du régime de base (régime #1) par une quantité équivalente de gras animal pour augmenter la teneur énergétique de la ration. Les régimes 6 et 7 sont obtenus en substituant une partie du maïs par du tourteau de soja, du gras et des acides aminés de synthèse en s'assurant que la densité en énergie nette et la qualité de la protéine sont similaires à celles du régime de base. Les régimes 4 et 5 sont formulés en substituant simultanément l'amidon et le maïs par du gras, du tourteau de soja et des acides aminés de synthèse selon les mêmes principes que ceux utilisés pour

**Figure 1** - Concentration de la protéine équilibrée (PE) et de l'énergie nette (EN) des régimes



**Tableau 1** - Ingrédients et composition calculée des mélanges alimentaires (1)

	Traitement						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Ingrédients (g/kg)</b>							
Blé	150,00	150,00	150,00	150,00	149,99	150,00	150,00
Maïs	399,53	399,55	399,55	358,94	319,12	358,94	319,11
Tourteau de soja	275,26	275,28	275,28	310,73	345,63	310,73	345,63
Farine de poisson	50,00	50,00	50,00	56,40	62,80	56,40	62,80
Gras	-	45,00	90,00	45,00	90,00	-	-
L-Lysine HCl	1,40	1,23	1,23	0,86	0,84	0,86	0,84
DL - Méthionine	1,60	1,54	1,54	1,80	2,01	1,80	2,01
L-Thréonine	1,82	1,82	1,82	1,92	2,02	1,92	2,02
Tryptosine 15/55 (2)	2,21	2,45	2,45	2,86	2,78	2,86	2,78
Amidon	90,00	45,00	-	45,00	-	90,00	90,00
Pierre à chaux	8,42	8,42	8,42	7,89	7,36	7,89	7,36
Phosphate dicalcique	12,49	12,47	12,47	11,46	10,43	11,46	10,43
Sel	3,17	3,14	3,14	3,04	2,92	3,04	2,92
Prémélange (3) (Vitamines et minéraux)	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
<b>Composition (1)</b>							
Matière sèche	873,16	876,53	879,90	877,69	882,18	874,32	875,43
Énergie digestible	13,93	14,75	15,57	14,80	15,67	13,98	14,03
Énergie nette	9,97	10,82	11,66	10,70	11,42	9,85	9,97
Protéine brute	217,80	217,80	217,80	235,40	252,70	235,40	252,70
Protéine digestible	178,18	178,22	178,22	193,17	207,79	193,17	207,79
Protéine équilibrée	152,30	152,40	152,40	165,00	177,50	165,00	177,50
Lysine brute	14,39	14,39	14,39	15,60	16,78	15,60	16,78
Lysine digestible	12,49	12,49	12,49	13,56	14,61	13,56	14,61
Lipides	25,37	69,88	114,39	69,67	113,98	25,16	24,96
Calcium	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Phosphore	7,53	7,51	7,50	7,61	7,70	7,63	7,73
Sodium	1,71	1,70	1,70	1,71	1,71	1,71	1,71

(1) Valeurs calculées en g/kg pour toutes les composantes sauf l'énergie exprimée en MJ/Kg

(2) La tryptosine 15/55 est composée de 15 % de tryptophane et de 55 % de lysine

(3) Fournit par kg d'aliment : 13590 UI de vitamine A ; 1495 UI de vitamine D ; 51 UI de vitamine E ; 340 mg de Zinc ; 188 mg de Cuivre

les régimes 2, 3, 6 et 7. Dans toutes les formules, le tourteau de soja et la farine de poisson sont utilisés comme source de protéine, et le maïs et le blé comme source d'énergie. Les acides aminés de synthèse (lysine, méthionine, thréonine et tryptophane) ont été utilisés pour équilibrer les acides aminés de la protéine de la ration. La composition en minéraux et vitamines est formulée de façon à satisfaire les besoins d'animaux avec un haut potentiel de dépôt protéique. La composition des 7 régimes est présentée au tableau 1. À noter que durant toute la durée de l'expérience, l'aliment et l'eau étaient constamment disponibles.

### 1.3. Variables analysées

La prise alimentaire est mesurée quotidiennement tandis que le poids corporel a été déterminé initialement et à toutes les

deux semaines pendant six semaines. L'épaisseur du gras dorsal a été déterminée au site de classification des carcasses (7 cm de la ligne dorsale entre la 3e et 4e dernières côtes) par ultrasons en mode bidirectionnel (Aloka) ; au début (gras dorsal initial) et à la fin (gras dorsal final) de l'expérience. La consommation d'énergie digestible, d'énergie nette, de protéine digestible et de protéine équilibrée ainsi que l'efficacité alimentaire, énergétique et protéique par période ont été calculées. À la fin de la période expérimentale, les animaux ont été abattus et éviscérés. Les carcasses ont été broyées et échantillonnées afin de déterminer la composition chimique (MS, protéine brute, matière grasse et cendres) avec des méthodes conventionnelles (MITCHELL et al., 1998). En utilisant la composition chimique du groupe d'abattage initial, nous avons déterminé le gain moyen quotidien de protéine, de lipides et de cendres de l'animal.

## 1.4. Analyses statistiques

Les données des performances zootechniques ont été analysées, selon un arrangement factoriel 2x3x3. À noter que les traitements avec le niveau maximal d'énergie et le niveau intermédiaire en protéine et celui avec le niveau maximal de protéine et le niveau intermédiaire d'énergie ont été absents de l'expérience (voir figure 1). La procédure GLM du logiciel SAS (1990) a été utilisée pour l'analyse des différentes variables. L'analyse des variables de consommation (matière sèche, énergie digestible et nette, protéine digestible et nette) et de la variable du poids ont été faites en mesures répétées avec l'effet du sexe et du régime comme effets principaux et la période et l'interaction période x traitement en mesures répétées. Pour la variable de gain de poids, de gain moyen en protéine, gras et cendres ainsi que l'efficacité alimentaire,

énergétique et protéique, le modèle incluait l'effet du sexe et du régime expérimental (tableau 2).

Des contrastes sur les régimes expérimentaux ont ensuite été utilisés pour dégager les effets de l'énergie (EN) et de la protéine (PE) et pour évaluer l'effet linéaire et quadratique de la teneur en énergie et en protéine de la ration sur les différents paramètres zootechniques.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Effet de l'augmentation de la densité énergétique

Nous observons une relation linéaire inverse entre la consommation de la matière sèche (kg MS/j) et la teneur en énergie nette (MJ/kg) des aliments ( $P < 0,01$ ; tableau 2).

**Tableau 2** - Effet de la concentration énergétique et protéique des rations sur les performances zootechniques des mâles entiers et des castrats au début de la croissance

	Énergie nette (MJ/kg)			Protéine équilibrée (g/kg)			Type de mâles		SEM	Signification
	9,93	10,76	11,52	152	165	177,5	Entier	Castré		
<b>Consommation</b>										
Matière sèche (kg/j)	1,84	1,81	1,68	1,79	1,80	1,75	1,72	1,85	0,029	EN <sub>1</sub> ** , S** , PxS*
Énergie digestible (MJ/j)	27,9	28,9	28,4	28,7	28,0	28,0	27,2	29,3	0,454	S** , PxS*
Énergie nette (MJ/j)	19,8	21,0	21,0	20,8	20,1	20,3	19,7	21,2	0,329	EN <sub>1</sub> ** , S** , PxS*
Protéine digestible (g/j)	384	363	350	346	376	395	355	381	5,930	EN <sub>1</sub> ** , PE <sub>1</sub> ** , S** , PxS* , P <sub>xT</sub> *
Protéine équilibrée (g/j)	328	309	299	295	321	337	303	326	5,070	EN <sub>1</sub> ** , PE <sub>1</sub> ** , PE <sub>q</sub> * S** , PxS* , P <sub>xT</sub> *
<b>Poids (kg)</b>										
Initial	22,8	22,6	22,5	22,8	22,6	22,4	23,3	22,1	0,281	S**
Fin période 1	35,7	35,5	35,9	36,2	35,4	35,3	36,4	35,0	0,390	S**
Fin période 2	48,4	49,2	49,1	49,7	48,6	47,8	49,6	48,1	0,556	PE <sub>1</sub> * , S**
Final	63,6	64,9	64,6	65,3	63,8	62,9	65,1	63,3	0,709	PE <sub>1</sub> * , S**
<b>Gras dorsal (mm)</b>										
Initial	4,2	4,3	4,1	4,2	4,3	4,1	4,3	4,1	0,099	-
Final	8,6	9,1	8,6	8,6	8,9	8,7	8,4	9,0	0,232	S*
<b>GMQ (g/j)</b>										
GMQ 1	907	914	934	933	904	905	923	910	0,016	-
GMQ 2	916	987	957	980	949	898	952	945	0,022	PE <sub>1</sub> * PE <sub>q</sub> *
GMQ 3	1085	1119	1104	1119	1093	1079	1109	1092	0,022	-
GMQ total	970	1007	999	1011	982	961	995	982	0,013	-
<b>Gain Moyen (g/j)</b>										
GMQ de protéine	173	175	175	179	173	169	181	168	0,003	PE <sub>1</sub> * , S**
GMQ de gras	198	221	217	209	222	211	187	233	0,007	EN <sub>1</sub> <sup>T</sup> , S**
GMQ de cendres	28	29	29	29	28	28	29	29	0,411	-
<b>Efficacité alimentaire</b>										
EA 1	0,60	0,64	0,68	0,64	0,63	0,63	0,65	0,62	0,010	EN <sub>1</sub> ** , S**
EA 2	0,46	0,51	0,53	0,51	0,49	0,48	0,51	0,48	0,009	EN <sub>1</sub> ** , S**
EA 3	0,44	0,46	0,50	0,47	0,45	0,46	0,49	0,44	0,008	EN <sub>1</sub> ** , S**
EA total	0,49	0,52	0,55	0,53	0,51	0,51	0,54	0,50	0,006	EN <sub>1</sub> ** , S**
<b>Efficacité énergétique</b>	0,43	0,45	0,45	0,43	0,44	0,44	0,43	0,45	0,005	-
<b>Efficacité protéique</b>	0,46	0,49	0,51	0,52	0,47	0,43	0,52	0,45	0,010	EN <sub>1</sub> ** , PE <sub>1</sub> ** , S**

EN<sub>1</sub> : effet linéaire de l'énergie nette des rations; PE<sub>1</sub> : effet linéaire de la protéine équilibrée des rations; PE<sub>q</sub> : effet quadratique de la protéine équilibrée des rations; S : effet du sexe; PxS : Interaction période linéaire par sexe; P<sub>xT</sub> : Interaction période linéaire par traitement

\*\* significatif à 1%; \* significatif à 5%; T : tendance à 10%

La consommation est plus faible avec les rations riches en énergie nette (11,52 MJ/kg) tandis qu'elle est plus élevée avec les rations moins riches en énergie nette (9,93 MJ/kg). En ce qui concerne la consommation journalière d'énergie digestible et nette, les résultats sont différents. Tout d'abord, la consommation de l'énergie digestible n'est pas significativement affectée par la teneur en énergie nette de la ration. Cependant, il y a une augmentation linéaire de la consommation d'énergie nette avec la teneur en énergie nette des aliments ( $P < 0,01$ ; tableau 2). La consommation quotidienne de protéine digestible et équilibrée suit la consommation de matière sèche et diminue de façon linéaire avec la teneur en énergie nette ( $P < 0,01$ ).

Concernant les performances zootechniques, on remarque que le gain moyen quotidien ainsi que le gain protéique et de cendres ne sont pas affectés par la teneur en énergie de la ration. Comme l'ingestion de matière sèche et de protéines diminuaient avec la teneur en énergie de la ration, l'efficacité alimentaire et l'efficacité protéique, augmentent de façon linéaire avec la teneur en énergie ( $P < 0,01$ ). Pour le gain moyen quotidien en gras, une tendance à la hausse est observée avec la teneur énergétique des aliments ( $P < 0,1$ ).

## 2.2. Effet de l'augmentation de la quantité de la protéine équilibrée

Avec une augmentation de la concentration de protéine équilibrée dans les régimes des porcs de 20 à 65 kg de poids vif, aucun changement significatif n'est constaté par rapport à la consommation quotidienne de matière sèche, d'énergie digestible et d'énergie nette. Par contre, la consommation journalière de protéine digestible augmente de façon linéaire avec la concentration de protéine équilibrée de la ration ( $P < 0,01$ ). Aussi, le niveau de protéine équilibrée de la ration a eu un effet linéaire ( $P < 0,01$ ) et quadratique ( $P < 0,05$ ) sur la consommation de protéine équilibrée. Cependant, une interaction significative entre les périodes de l'expérience et le niveau de protéine équilibrée des aliments a été observée sur la consommation quotidienne de protéine digestible et équilibrée ( $P < 0,05$ ). Ceci indique que la réponse de la consommation quotidienne de protéine digestible et équilibrée avec la teneur en protéine équilibrée de l'aliment varie dans le temps.

On peut remarquer une diminution linéaire du poids avec l'augmentation de la teneur en protéine équilibrée des aliments à la fin de la période 2 de la période expérimentale, c'est-à-dire à partir de 50 kg de poids vif ( $P < 0,05$ ). On observe également, une baisse linéaire et quadratique du gain moyen quotidien à la fin de la période 2 ( $P < 0,05$ ). Puisque le gain moyen quotidien ne change pas pendant que la consommation de protéine augmente, on observe une diminution linéaire de l'efficacité protéique pour l'ensemble des périodes de l'expérience ( $P < 0,01$ ; tableau 2).

## 2.3. Effet du sexe

Le poids initial des mâles entiers était supérieur à celui des mâles castrés ( $P < 0,01$ ) et cette différence s'est maintenue durant toute l'expérience de sorte que le gain de poids n'était pas affecté par le sexe. Les mâles entiers, plus lourds,

devraient, théoriquement, avoir une consommation supérieure à celle des mâles castrés. Cependant, on obtient des résultats inverses, c'est-à-dire que la consommation journalière de la matière sèche, d'énergie digestible et nette et de protéine digestible et équilibrée est plus élevée chez les mâles castrés que chez les mâles entiers ( $P < 0,01$ ; tableau 2). Ces différences de consommation entre les sexes sont visibles seulement à partir de la période 2 de l'expérience et sont progressivement plus élevées avec l'augmentation du poids de l'animal.

Cependant, on constate un gain moyen quotidien non-significatif et un gain moyen de protéine supérieur pour l'ensemble de la période chez les porcs entiers ( $P < 0,01$ ). Également, l'efficacité alimentaire et protéique est supérieure chez les porcs entiers ( $P < 0,01$ ). Chez les mâles castrés, l'épaisseur de gras dorsal à la fin de l'expérience ( $P < 0,05$ ) ainsi que le gain moyen de lipides ( $P < 0,01$ ) étaient plus élevés comparativement aux mâles entiers.

## 3. DISCUSSION

### 3.1. Effet de l'augmentation de la densité énergétique

La consommation journalière d'énergie digestible, n'est pas significativement affectée par l'augmentation de la teneur en énergie nette des aliments. À priori, cela porte à croire que les porcs ajustent leur consommation alimentaire afin d'obtenir une quantité fixe d'énergie digestible ingérée. En effet, nous observons, tout au long de l'expérience, une relation linéaire inverse entre la consommation journalière de matière sèche et la concentration d'énergie nette des régimes ( $P < 0,01$ ). Ce résultat semble être en accord avec ceux de OWEN et RIDGMAN (1968), FOWLER (1985) et PEKAS (1983). Cependant, la consommation journalière d'énergie nette augmente linéairement avec la teneur en énergie nette des aliments ( $P < 0,01$ ). Par conséquent, le contrôle de l'ingestion d'énergie nette avec l'augmentation de la concentration en énergie nette des régimes semble imparfait. Ce surplus d'énergie nette ingéré avec les rations riches en énergie nette est probablement causé par la quantité plus élevée de gras ajouté dans ces rations. Avec une efficacité énergétique élevée (NOBLET et al., 1989), le gras fait augmenter la valeur de l'énergie nette des aliments. D'ailleurs, au tableau 1 (p 229), on remarque que le rapport entre l'énergie nette et l'énergie digestible (EN/ED) des aliments n'est pas constant, car il passe de 71 (premier niveau d'énergie) à 73,8 % (troisième niveau d'énergie).

Étant donné que la consommation de matière sèche diminue avec la concentration en énergie nette des aliments et que le gain de poids a tendance à être légèrement plus élevé avec l'augmentation de la teneur en énergie nette des rations, l'efficacité alimentaire augmente avec la teneur énergétique des aliments.

L'augmentation non-significative du gain de poids est probablement causé par l'incapacité du porc à contrôler complètement la quantité ingérée d'énergie nette, lors d'une augmentation de la teneur en énergie nette de l'aliment. Par conséquent, il y a un gain supplémentaire dû à une ingestion supérieure d'énergie nette. Cependant, ce gain additionnel est surtout constitué de gras plutôt que de protéine. Selon le

STANDING COMMITTEE on AGRICULTURE (1987), pour chaque catégorie de poids, il y a une quantité maximale de protéine qui peut être déposée sur la carcasse de l'animal. Lorsque cette quantité est atteinte, l'énergie supplémentaire ingérée est stockée sous forme de gras. Au tableau 2 (p 231), on peut voir que la déposition protéique maximale semble déjà être atteinte avec le premier niveau d'énergie nette, car le gain moyen quotidien de protéine est pratiquement constant peu importe la concentration en énergie nette de la ration tandis que le gain moyen quotidien de lipides a tendance ( $P < 0,1$ ) à être plus élevé avec l'augmentation de la teneur énergétique de l'aliment.

Comme mentionné précédemment, la consommation quotidienne de protéine digestible et équilibrée, diminue avec l'augmentation de la teneur en énergie nette de la ration ( $P < 0,01$ ). Lorsqu'on maintient le niveau de protéine équilibrée des aliments constant et qu'on augmente la concentration énergétique de ces aliments, il y a diminution de la matière sèche ingérée et par conséquent, une diminution de la protéine ingérée est constatée. Étant donné que la concentration énergétique semble être le facteur majeur dans la régulation de la consommation alimentaire, la consommation de protéine digestible et équilibrée dépend de cette concentration énergétique. Donc, l'efficacité protéique est plus élevée avec une augmentation de l'énergie nette, car on obtient la même quantité de protéine déposée avec une consommation protéique inférieure.

### 3.2. Effet de l'augmentation de la quantité de la protéine équilibrée

On remarque une interaction significative entre les périodes de l'expérience et les traitements pour la consommation de protéine digestible ( $P < 0,01$ ) et équilibrée ( $P < 0,01$ ). On constate que la consommation de protéine digestible et équilibrée augmente avec une concentration élevée en protéine équilibrée des aliments ( $P < 0,01$ ), mais cette augmentation est plus marquée chez les animaux plus âgés (dernière période). Puisque la consommation de matière sèche est indépendante du niveau de protéine à chaque période et que la prise alimentaire augmente avec l'âge des porcs, il est normal de constater une différence de plus en plus grande avec le temps entre la consommation de protéine digestible et équilibrée des rations riches en protéine et celles des rations pauvres en protéine.

L'augmentation de la consommation de protéine digestible et équilibrée avec la teneur en protéine équilibrée a un impact négatif sur le poids, le gain de poids, le gain moyen en protéine et l'efficacité protéique. Étant donné que les porcs ingèrent une grande quantité de protéine, il y a une certaine quantité d'énergie qui est consacrée au catabolisme du surplus de la protéine en urée. Donc, il y a moins d'énergie disponible pour la croissance de ces porcs (HENRY et al., 1992). Toutefois, ce phénomène devrait déjà être considéré dans la teneur en énergie nette des ingrédients. Avec une consommation plus élevée en protéine, il y a une diminution du gain moyen de protéine ( $P < 0,05$ ). La consommation de protéine digestible et équilibrée est plus élevée avec les rations riches en protéine et le gain en protéine est plus

faible avec les niveaux élevés de protéine. Alors, l'efficacité de la déposition protéique sera plus faible avec des rations riches en protéine ( $P < 0,01$ ). Cependant, on constate que la consommation d'énergie nette est presque similaire avec les différents niveaux de protéine équilibrée. Par conséquent, il aurait été normal d'observer un gain moyen quotidien similaire avec l'augmentation de la teneur en protéine équilibrée de l'aliment, ce qui n'est pas le cas dans nos résultats. Comme l'énergie nette était calculée plutôt que mesurée, ces résultats suggèrent que l'énergie nette des suppléments protéiques pourrait avoir été surestimée.

### 3.3. Effet du sexe

La consommation de matière sèche, d'énergie et de protéine des mâles castrés est, en général, supérieure à celle des mâles entiers. Cependant, les mâles entiers ont un gain de poids identique et donc, une meilleure efficacité alimentaire que les porcs castrés ( $P < 0,01$ ). Une explication pourrait être apportée par le niveau maximal de déposition protéique qui varie selon les sexes. Nos résultats indiquent que la capacité de déposition maximale de protéine est supérieure chez les mâles entiers ( $P < 0,01$ ). Ceci est en accord avec CAMPBELL et al., (1985), CAMPBELL et al., (1988) et QUINIOU et al., (1996). Alors, puisque les mâles castrés atteignent plus rapidement leur niveau maximal de déposition de protéine et qu'ils ont un appétit supérieur, ils doivent stocker l'énergie supplémentaire disponible sous forme de gras. Ceci est confirmé par CAMPBELL et al., (1985). Sachant que la diminution de la déposition protéique (168 par rapport à 181 g/j) chez les porcs castrés par rapport aux mâles entiers est plus que compensée par l'augmentation de leur déposition lipidique (233 par rapport à 187 g/j), ils doivent ingérer plus d'énergie même si le coût énergétique pour la déposition d'un gramme de gras est équivalent à celui d'un gramme de protéine (NRC, 1998). La faible quantité d'eau présente dans le tissu adipeux par rapport à celle présente dans les tissus maigres contribue aussi à expliquer un gain moyen quotidien identique chez les mâles entiers et les mâles castrés malgré une consommation d'énergie nette plus grande chez ces derniers. Le gain moyen en protéine plus élevé chez les mâles entiers ( $P < 0,01$ ) que chez les mâles castrés confirme leur potentiel de déposition protéique plus élevé rapporté dans la littérature (CAMPBELL et al., 1985; CAMPBELL et al., 1988; QUINIOU et al., 1996). Conséquemment, l'efficacité protéique est plus élevée chez le mâle entier ( $P < 0,01$ ) puisqu'il dépose plus de protéine tout en ayant une consommation de protéine plus faible que les mâles castrés. L'épaisseur de gras dorsal plus élevée chez les mâles castrés ( $P < 0,05$ ) est liée au gain de gras supérieur chez ces derniers.

## CONCLUSION

Les résultats démontrent que l'augmentation de la concentration énergétique avec ou sans augmentation de la teneur en protéine équilibrée n'entraîne pas un dépôt additionnel de protéine chez les porcs de 20 à 65 kg de poids vif. Il semble que la prise alimentaire des porcs est régulée par la teneur en énergie digestible de la ration. Par conséquent, un animal d'un poids donné, va consommer une quantité fixe d'énergie digestible peu importe la concentration énergétique de la

ration. Cependant, une augmentation de l'énergie nette ingérée est observée avec l'augmentation de la teneur énergétique de l'aliment causant ainsi un gain supplémentaire de gras sur la carcasse de l'animal. Nos résultats indiquent que des régimes avec une concentration élevée en protéine auraient des effets négatifs sur les performances zootechniques. Ces effets pourraient être expliqués en partie par une surestimation de la teneur en énergie nette des suppléments protéiques. Enfin, nos résultats ne supportent pas l'hypothèse

que l'ingestion d'énergie limite la déposition protéique, du moins chez des mâles entiers ou castrés avec un potentiel génétique élevé entre 20 et 65 kg de poids vif.

## REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier GÉNÉTIPORC Inc. pour leur support financier.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLACK J.L., CAMPBELL R.G., WILLIAMS I.H., JAMES K.J., DAVIES G.T., 1986. Res. Develop. Agric., 3, 3, 121-145.
- CAMPBELL R.G., TAVERNER M.R., CURIC D.M., 1985. Anim Prod., 40, 489-496.
- CAMPBELL R.G., TAVERNER M.R., 1986. Anim. Prod., 43, 327-333.
- CAMPBELL R.G., TAVERNER M.R., CURIC D.M., 1988. Anim Prod., 46, 123-130.
- CUNNINGHAM H. M. 1968. Butterworths, 243-257 London, UK.
- DUNKIN A.C., 1987. Feeding Standards for Australian Livestock. Pigs. CSIRO, Victoria, Australia, 1-4.
- EMMANS G.C. 1981. Br. Soc. Anim. Prod., 103-110.
- EMMANS G.C., FISHER C., 1984. Poultry Science Symposium Number Nineteen. Butterworths, 9-39 London, UK.
- FOWLER V. R., 1985., Proc. Nutr. Soc., 44, 347-353.
- HENRY Y., 1974. Ann. Zootec., 23 (2), 171-184.
- HENRY Y., COLLEAUX Y., SÈVE B., 1992. J. Anim. Sci., 70, 188-195.
- MITCHELL A.D., SHOLZ A.M., PURSELL V.G., EVOCK-CLOVER C.M., 1998. J Anim. Sci., 76, 2104-2114.
- MÖNH S., DE LANGE C.F.M., 1998. J. Anim. Sci., 76, 124-133.
- NOBLET J., FORTUNE H., DUBOIS S., HENRY Y., 1989. Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc. INRA éd. Paris, France, 106p
- OWEN J.B., RIDGMAN W.J., 1968. Anim. Prod., 10, 85-91.
- PEKAS J.C., 1983. Appetite., 4, 23-30.
- POMAR C., MATTE J.J., 1995. Journées Rech. Porcine France., 27, 231-236.
- QUINIOU N., DOURMAD J.Y., NOBLET J., 1996. Anim. Sci., 63(2), 277-288.
- S.A.S., 1990. S.A.S./STAT User's Guide : statistics. S.A.S., Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- SCHINCKEL A.P., DE LANGE C.F.M., 1996. J. Anim. Sci., 74, 2021-2036.
- STANDING COMMITTEE on AGRICULTURE., 1987. CSIRO, Victoria, Australia 226 p.
- TESS M.W., BENNETT G.L., DICKERSON G. E., 1983. J. Anim. Sci., 56, 336-353.
- WHITTEMORE C.T., 1986. J. Anim. Sci., 63, 615-621.