

Effet d'une sélection divergente pour la consommation journalière résiduelle chez le porc en croissance sur la réponse à une carence en acides aminés

Ludovic BROSSARD (1,2), Hélène GILBERT (3,4), Yvon BILLON (5), Jaap VAN MILGEN (1,2)

(1) INRA, UMR1079 SENAH, F-35590 Saint-Gilles

(2) Agrocampus Ouest, UMR1079 SENAH, F-35000 Rennes

(3) INRA, UMR444 LGC, Chemin de Borde-Rouge, Auzeville, BP 52627, F-31326 Castanet-Tolosan Cedex

(4) INRA, UMR1313 GABI, F-78352 Jouy-en-Josas Cedex

(5) INRA, UE967 GEPA, F-17700 Surgères

ludovic.brossard@rennes.inra.fr

Avec la collaboration technique de Fabienne PONTRUCHER (1,2), Yolande JAGUÉLIN-PEYRAUD (1,2), Georges GUILLEMOIS (1,2), Jean-François ROUAUD (1,2), Aurélia PRIET (5), Tony TERRASSON(5), Franck GUIRAUD(5) et Stéphane MOREAU (5)

Effet d'une sélection divergente pour la consommation journalière résiduelle chez le porc en croissance sur la réponse à une carence en acides aminés

Deux lignées divergentes pour la consommation moyenne journalière résiduelle (CMJR), différence entre consommations observée et attendue d'après les besoins d'entretien et de production, ont été sélectionnées en race Large White afin d'évaluer leur potentiel pour l'amélioration génétique de l'efficacité alimentaire du porc en croissance. Durant la sélection, les animaux étaient nourris avec un aliment non limitant en nutriments. L'objectif de l'étude était de déterminer l'impact d'un apport limitant en lysine sur les performances des deux lignées en génération 7. Par lignée, 70 porcs mâles castrés, répartis en loges de 11 à 12 porcs, ont été suivis entre 25,5 ± 3,6 kg et l'abattage (94,6 ± 15,8 kg) sur trois bandes successives (une loge par combinaison Lignée x Aliment par bande). Un des deux aliments suivants a été distribué à volonté à chaque animal : un aliment carencé ajusté régulièrement pour assurer les besoins en lysine de 25% des animaux CMJR+ (CMJR forte) (estimation InraPorc®), ou un aliment témoin formulé pour couvrir les besoins de l'ensemble des animaux des deux lignées. L'ingestion était suivie individuellement par DAC. Le poids corporel et l'épaisseur de lard dorsal ont été mesurés en début et fin d'expérience. La carence a entraîné une diminution du GMQ significativement plus importante chez les CMJR- (CMJR faible) (-32%) par rapport aux CMJR+ (-11%), confirmant les estimations InraPorc® : le besoin en lysine des porcs CMJR-, exprimé en g/kg d'aliment, est supérieur à celui des CMJR+. Ainsi, la CMJR supérieure des CMJR+ ne s'interprète pas comme un besoin accru en lysine.

Effect of a divergent selection for residual feed intake in growing pigs on the response to a deficiency in dietary amino acid supply

Two divergent lines were selected in the Large White breed for residual feed intake (RFI), defined as the difference between observed feed intake and feed intake predicted from maintenance and growth requirements, to evaluate its potential for improving feed efficiency in growing pigs. During selection, pigs were offered a non-limiting diet. The aim of the study was to determine the impact of a limiting lysine supply on growth and body composition performances in the seventh generation of the two lines. In each line, 70 barrows, housed in pens of 11 to 12 pigs, were tested between 25.5 ± 3.6 kg and 94.6 ± 15.8 kg in three successive batches (one pen per line x diet combination per batch). One of two diets was offered ad libitum to the pigs: a deficient diet regularly adjusted to meet the lysine requirement of only 25% of the RFI+ (high RFI) pigs, and a control diet formulated to meet the requirement for all pigs in the two lines. Requirement estimates were obtained from InraPorc®. Daily feed intake was recorded individually using automatic feeders. Body weight and backfat thickness were measured at beginning and end of the experiment. The lysine deficiency resulted in a decrease in ADG which was significantly greater in RFI- (low RFI) pigs (-32%) than in RFI+ pigs (-11%), confirming InraPorc® estimations: the lysine requirement of RFI- pigs, expressed in g/kg of diet, is then higher than that of RFI+ pigs. Therefore, the higher RFI of RFI+ pigs is not necessarily driven by an increased lysine requirement.

INTRODUCTION

L'amélioration de l'efficacité alimentaire est un défi majeur de la production porcine et de la recherche agronomique, avec deux objectifs déterminants pour la durabilité et l'acceptabilité sociale des élevages porcins : l'amélioration de la compétitivité de la filière de production en réduisant le coût alimentaire et donc le coût de production, et la maîtrise de l'impact environnemental de la production porcine en réduisant les rejets (azote, phosphore) des élevages.

L'efficacité d'utilisation des aliments, souvent estimée par l'indice de consommation, peut également être évaluée par la consommation moyenne journalière résiduelle (CMJR), c'est-à-dire la différence entre consommation moyenne journalière réelle et consommation moyenne journalière prédite sur la base des besoins de production et d'entretien (Labroue *et al.*, 1999). Une expérience de sélection divergente a été menée à l'INRA chez le porc Large White en croissance pendant 7 générations afin d'obtenir une lignée CMJR+ (à CMJR élevée, lignée moins efficace) et une lignée CMJR- (à CMJR faible, lignée plus efficace) (Gilbert *et al.*, 2006). Pour un niveau de performances donné, les porcs CMJR+ consomment plus que les porcs CMJR-, ce qui indique que l'efficacité d'utilisation des nutriments pour la croissance est plus faible chez les CMJR+, ou que les nutriments sont utilisés pour d'autres fonctions que la croissance. Grâce à des mesures de production de chaleur, Barea *et al.* (2010) ont observé un métabolisme basal plus élevé chez les animaux CMJR+ en croissance, indiquant qu'une partie de la consommation supérieure des CMJR+ serait due à un besoin accru en énergie pour l'entretien. Concernant les besoins protéiques, les deux lignées ont été sélectionnées sur des régimes à teneur en protéines relativement élevée, permettant aux porcs d'exprimer leur potentiel sans limitation due aux acides aminés, les deux lignées présentant des performances de croissance proches. La croissance étant déterminée principalement par le dépôt de protéines, un niveau de croissance proche entre les lignées pourrait indiquer des besoins journaliers identiques en protéines et acides aminés, et donc des besoins en acides aminés exprimés en g/kg d'aliment plus élevé chez les porcs CMJR+.

Dans ce contexte, l'objectif de l'étude était de déterminer l'effet d'un apport limitant en acides aminés sur les performances de porcs des lignées CMJR+ et CMJR-.

Le besoin en acides aminés exprimé en g/kg de régime étant supposé plus élevé chez les porcs CMJR-, l'hypothèse de travail était que la distribution aux deux lignées d'un même régime limitant en acides aminés entraînerait une perte de performances de croissance plus importante chez les animaux de la lignée CMJR-. Dans le cas contraire, cela indiquerait que les animaux CMJR+ utilisent plus d'énergie mais également plus de protéines/acides aminés que les animaux CMJR- pour la croissance et d'autres fonctions métaboliques.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Afin d'étudier l'effet d'une carence en acides aminés sur les performances de croissance et les caractéristiques de carcasse des animaux CMJR+ et CMJR-, 70 porcs mâles castrés de la 7^{ème} génération de chaque lignée, répartis en loges de 11 à 12 porcs, ont été suivis entre 25,5 ± 3,6 kg de poids vif (PV) (68 jours d'âge) et l'abattage (94,6 ± 15,8 kg PV, 168 jours d'âge) sur trois bandes successives.

Pour chaque bande, les animaux de chaque lignée ont été répartis entre un régime témoin et un régime carencé. Le dispositif comprenait ainsi une loge par combinaison lignée x aliment et par bande.

1.1.1. Détermination du niveau d'apport en acides aminés

Dans le cadre de l'ANR PIG_FEED, les cinétiques de croissance et d'ingestion obtenues sur les générations successives lors de la sélection ont été utilisées selon la méthode développée par Brossard *et al.* (2009). Ceci a permis d'estimer avec InraPorc® les besoins en acides aminés et leur évolution au cours de la croissance pour les animaux de chaque lignée.

Sous l'hypothèse d'une même efficacité d'utilisation des protéines alimentaires dans les deux lignées, les besoins en acides aminés exprimés en g / kg d'aliment sont inférieurs chez les animaux CMJR+ par rapport aux animaux CMJR- (Figure 1). De plus, l'approche individuelle utilisée pour l'analyse des cinétiques permet d'appréhender la variabilité des besoins dans chaque population.

Ainsi, il a été calculé par simulation pour les animaux mâles castrés de la 6^{ème} génération qu'un aliment avec un contenu en lysine digestible standardisée (LYSd) n'assurant la couverture des besoins que de 25% des porcs CMJR-, couvre par contre les besoins de 50% des porcs CMJR+.

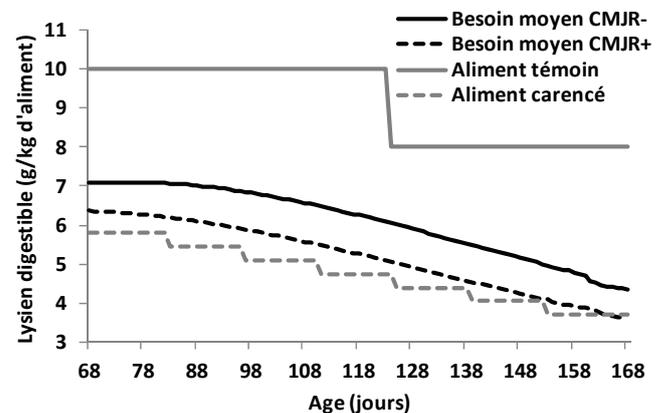


Figure 1 – Besoins en lysine digestible standardisée (g/kg d'aliment) estimés avec InraPorc® pour les animaux mâles castrés CMJR+ et CMJR- de la 6^{ème} génération de sélection, et niveaux d'apport dans les aliments expérimentaux témoin et carencé.

D'après ces données, et en extrapolant les besoins estimés de la génération 6 à la génération 7, l'apport en LYSd dans le régime témoin a été fixé pour couvrir les besoins en acides aminés de 100% des animaux des deux lignées (Figure 1). Afin de se placer dans les conditions de la pratique et suivre l'évolution des besoins en LYSd, une alimentation biphase a été utilisée pour les animaux recevant le régime témoin. Un aliment croissance contenant 10 g LYSd / kg d'aliment a été distribué durant les 8 premières semaines de l'expérience, puis un aliment finition contenant 8 g LYSd / kg d'aliment a été distribué jusqu'à la fin de l'expérience. Ces valeurs élevées étaient nécessaires pour s'assurer de la couverture des besoins de l'ensemble des animaux, les valeurs de besoin les plus élevées étant proches des teneurs utilisées, notamment chez les animaux CMJR- en début de période expérimentale. L'apport en LYSd dans le régime carencé a été fixé pour assurer les besoins de 25% des animaux CMJR+ et provoquer une carence chez l'ensemble des animaux CMJR-.

Cet apport a été ajusté toutes les deux semaines pour suivre l'évolution des besoins ; la séquence alimentaire du régime carencé comprenait ainsi 7 aliments apportant 5,8 g LYSd/ kg

d'aliment en début d'expérience et 3,7 g LYSd / kg d'aliment en fin d'expérience.

1.1.2. Formulation des aliments

Les aliments ont été formulés pour être iso-énergétiques (9,8 MJ EN/kg) et pour apporter les autres acides aminés que la lysine dans des proportions respectant au moins la protéine idéale (Tableau 1). Les aliments croissance et finition du régime témoin ont été formulés séparément.

Pour le régime carencé, un aliment initial et un aliment final ont été formulés pour correspondre aux apports visés en LYSd respectivement en début et en fin d'expérience.

Les aliments intermédiaires ont été fabriqués par mélange de ces deux aliments dans une proportion variable pour suivre l'évolution souhaitée des apports.

1.2. Sélection des animaux

Les animaux ont été sélectionnés sur la base du poids à 61 jours d'âge et de leur origine paternelle. Pour chaque bande et chaque lignée, deux groupes ont été constitués pour présenter des distributions de poids identiques et des origines paternelles équilibrées. Chaque groupe a été attribué à un des deux régimes expérimentaux.

Les analyses génétiques montrent que ces animaux ont des différences de potentiels génétiques représentatives des différences entre lignées : une différence espérée de CMJR de 102 g/j (1 e.t. génétique) a été estimée entre les animaux CMJR+ et CMJR- retenus pour cet essai, contre 105 g/j en moyenne pour l'ensemble de la génération 7.

1.3. Logement et conduite

Les porcs sélectionnés ont été transférés à 68 jours d'âge dans des loges équipées chacune d'un distributeur automatique d'aliment (Acema 64, Acemo).

Les animaux ont été suivis en expérimentation pendant 14 semaines puis abattus le même jour pour les quatre loges expérimentales de chaque bande. L'aliment était offert à volonté et les animaux avaient accès librement à l'eau.

1.4. Mesures

Les animaux ont été pesés en début et fin d'expérience. Le même jour, l'épaisseur de lard dorsal (ELD) a été mesurée à gauche et à droite au niveau de l'épaule, du dos et du rein par ultrasons. Une moyenne des six mesures a été calculée.

Tableau 1 - Composition des aliments expérimentaux utilisés et caractéristiques nutritionnelles.

	Aliment témoin croissance	Aliment témoin finition	Aliment carencé initial	Aliment carencé final
Ingrédients, g/kg				
Blé tendre	327	370	400	405
Orge	409	463	500	506
Tourteau de soja 48	202	114	54	47
Huile de tournesol	23	15	10	10
L-Lysine HCl	3,5	3,6	2,5	0,1
L-Thréonine	1,4	1,2	0,6	-
L-Tryptophane	0,3	0,3	-	-
DL-Méthionine	0,9	0,5	0,1	-
Sel	4,5	4,5	4,5	4,5
Carbonate de calcium	11,0	11,0	11,0	11,0
Phosphate bicalcique	12,0	12,0	12,0	12,0
Complément oligo-vitaminique	5,0	5,0	5,0	5,0
Caractéristiques nutritionnelles¹				
Matières azotées totales, g/kg	174	144	118	111
Amidon, g/kg	427	474	519	520
Matières grasses, g/kg	38	31	24	28
Matières minérales, g/kg	54	50	46	46
Cellulose brute, g/kg	32	32	31	32
NDF, g/kg	158	165	156	153
ADF, g/kg	42	42	39	43
Energie nette, MJ/kg ²	9,8	9,8	9,8	9,8
Lysine totale, g/kg	11,8	9,6	6,4	4,3
Lysine digestible, g/kg ²	10,0	8,0	5,8	3,7
Méthionine digestible, g/kg ²	3,2	2,4	1,7	1,6
Méthionine + Cystine digestible, g/kg ²	6,0	4,8	4,0	3,8
Thréonine digestible, g/kg ²	6,5	5,2	3,8	3,1
Tryptophane digestible, g/kg ²	2,2	1,8	1,3	1,2

1. Valeurs analysées et ajustées à 87,3 % de matière sèche.

2. Valeur attendue d'après les caractéristiques nutritionnelles des matières premières (INRA-AFZ, 2004)

Les quantités ingérées individuelles étaient enregistrées quotidiennement par le distributeur automatique.

A l'abattage, le poids de carcasse chaude, le rendement et la longueur de carcasse ont été mesurés. Une découpe normalisée a été appliquée à la demi-carcasse droite et le poids des morceaux de découpe (jambon, longe, poitrine, bardière, hachage, tête, pieds) a été enregistré. L'épaisseur de lard dorsal à la fente a été mesurée à l'épaule, au dos et au rein et une moyenne des trois mesures a été calculée. Les épaisseurs de gras (G2) et de maigre (M2) ont été déterminées par mesure FOM pour le calcul du taux de muscle des pièces (TMP = 62,19 - 0,729 × G2 + 0,144 × M2 ; Daumas *et al.*, 2010).

1.5. Analyses statistiques

Les données ont été soumises à une analyse de variance (proc MIXED ; SAS, 2000) avec comme effets fixes la lignée, le régime expérimental, la bande, et l'interaction lignée x régime. L'origine paternelle intra lignée a été introduite comme effet aléatoire.

Le poids en début d'expérience a été introduit en covariable pour les données de vitesse de croissance (GMQ), de

consommation moyenne journalière (CMJ), et d'indice de consommation (IC). Les poids de fin de contrôle et de carcasse ont été introduits en covariables, respectivement pour les données d'épaisseur de lard à l'élevage et les mesures à l'abattoir.

Les différences entre moyennes ajustées ont été testées avec un ajustement de Bonferroni quand l'interaction lignée x régime était significative ($P < 0,05$).

2. RESULTATS - DISCUSSION

Lors de l'expérience, des morts d'animaux ont été observées (12 animaux CMJR+ recevant le régime carencé, 1 animal CMJR+ recevant le régime témoin, 1 animal CMJR- recevant le régime carencé et 2 animaux CMJR- recevant le régime témoin) portant le nombre d'animaux pour les analyses de performances zootechniques à 124.

Le nombre important de pertes pour les animaux CMJR+ recevant le régime carencé est principalement due à des phénomènes de cannibalisme observés uniquement dans cette loge lors de la 2^{ème} bande expérimentale.

Tableau 2 - Effet de la lignée et de la carence en acides aminés sur les performances zootechniques et de carcasse (moyennes ajustées)

Lignée Régime	CMRJ+		CMJR-		Statistiques ¹			
	Témoin	Carencé	Témoin	Carencé	e.t.r.	Lignée	Régime	Lignée × Régime
Performances de croissance								
Nombre de porcs ²	34	23	33	34				
Poids initial, kg	27,2	27,1	25,1	24,5	2,9	ns	ns	ns
Poids final, kg	98,3 ^a	90,4 ^b	106,3 ^a	80,1 ^c	9,5	ns	***	***
GMQ, g/j	736 ^a	657 ^b	817 ^a	552 ^c	96	ns	***	***
CMJ, kg/j	2,17 ^a	2,16 ^a	2,11 ^a	1,76 ^b	0,26	**	***	***
IC, kg/kg	2,93 ^b	3,27 ^a	2,59 ^c	3,22 ^a	0,29	**	***	**
ELD ³ , mm	18,7	22,1	16,4	20,7	2,2	*	***	ns
Carcasse								
Nombre de porcs	29	19	32	32				
Poids chaud, kg	77,0 ^a	70,9 ^b	83,9 ^a	62,5 ^c	6,9	ns	***	***
Rendement, %	77,3	77,1	78,6	77,3	2,3	ns	ns	ns
G2, mm	16,4	20,2	15,9	20,7	2,8	ns	***	ns
M2, mm	48,7	47,2	52,3	46,9	4,7	ns	**	ns
TMP, %	57,4	54,4	58,5	54,5	2,4	ns	***	ns
ELD, mm	20,0	21,8	19,6	23,4	2,9	ns	***	ns
Longueur, cm	97	98	96	97	2	ns	ns	ns
Poids de jambon, kg	8,25 ^{ab}	8,07 ^{ab}	8,41 ^a	7,86 ^b	0,37	ns	***	*
Poids de poitrine, kg	5,66	5,69	5,27	5,31	0,31	**	ns	ns
Poids de hachage, kg	8,12	8,13	8,18	8,22	0,37	ns	ns	ns
Poids de bardière ⁴ , kg	2,40 ^{ab}	2,68 ^a	1,98 ^b	2,87 ^a	0,42	ns	***	**
Poids de longe ⁴ , kg	8,07	7,63	8,52	7,96	0,61	**	*	ns
Poids de tête, kg	4,40	4,36	4,42	4,29	0,21	ns	ns	ns
Poids des pieds, kg	0,97	0,95	0,95	0,91	0,09	ns	ns	ns

1. e.t.r. : écart-type résiduel. Analyse de la variance avec les effets de la lignée, du régime expérimental, de la bande, et de l'interaction lignée x régime ; *** : $P < 0,001$; * : $P < 0,05$; ns : non significatif ($P > 0,05$). Les lettres différentes sur une ligne indiquent que les moyennes ajustées sont différentes au seuil de 5%.

2. Des pertes plus importantes d'animaux ont été observées pour la modalité « CMJR+ carencé », notamment dans la 2^{ème} bande expérimentale.

3. Epaisseur de lard dorsal mesurée à l'élevage.

4. n = 20, 12, 19 et 23 pour le poids de bardière, et n = 24, 16, 24 et 25 pour le poids de longe, respectivement pour les modalités CMJR+ témoin, CMJR+ carencé, CMJR- témoin et CMJR- carencé

De plus, parmi ces 124 animaux, certains animaux n'ont pu être utilisés à l'abattoir pour cause de saisie (5 animaux CMJR+ recevant le régime témoin, 4 animaux CMJR+ recevant le régime carencé, 1 animal CMJR-recevant le régime témoin et 2 animaux CMJR-recevant le régime carencé). Enfin, les poids de la bardière et de la longe des animaux de la bande 3 n'ont pu être déterminés du fait d'une erreur à l'abattoir.

2.1. Effet de la lignée sur les performances

Les animaux CMJR+ présentaient en début de contrôle un poids vif numériquement supérieur (+ 2,1 kg entre animaux témoins) par rapport aux animaux CMJR- (Tableau 2 ; $P = 0,106$). Ceci est conforme avec les observations d'un poids de sortie de post-sevrage plus élevé chez les animaux CMJR+ (Gilbert *et al.*, 2009). Cette différence est inversée en fin d'expérience chez les animaux recevant les régimes témoins (+ 8 kg chez les animaux CMJR-), ce qui se traduit par un GMQ supérieur de 81 g/j chez les animaux CMJR-, même si la différence de poids et de GMQ n'est pas significative ($P = 0,105$). A l'inverse de nos résultats, un GMQ supérieur a été observé chez les animaux CMJR+ par rapport aux animaux CMJR- pour l'ensemble des animaux de la génération 7 (H. Gilbert, communication personnelle). Cependant, dans notre étude comme pour l'ensemble des animaux, les écarts restent minimes et non significatifs. La différence de CMJ entre animaux témoins des deux lignées est de +60 g/j en faveur des animaux CMJR+. Cette CMJ supérieure chez les animaux CMJR+ de notre étude est conforme à l'attendu et aux observations sur les animaux de la génération 7.

L'ELD mesurée à l'élevage et l'IC sont supérieurs chez les animaux CMJR+ par rapport aux animaux CMJR- (+2,3 mm), en accord avec Sellier *et al.* (2010) rapportant des animaux CMJR+ plus gras et moins efficaces. Les animaux CMJR+ présentent un poids de poitrine plus élevé et un poids de longe plus faible que les animaux CMJR- indiquant là aussi un engraissement plus important des animaux CMJR+. Cette différence d'engraissement ne se traduit pas sur le TMP malgré une valeur numériquement inférieure (-1,1 point) chez les animaux témoins pour les CMJR+ par rapport aux animaux CMJR-. L'effet lignée n'a pas d'influence sur les autres caractéristiques de la carcasse.

2.2. Effet de la carence en acides aminés

Les performances de croissance des animaux des deux lignées ont diminué en réponse à la carence en acides aminés dans les régimes (Tableau 2). Cette carence a en effet induit une différence significative de poids final entre animaux témoins et carencés de 7,9 kg chez les animaux CMJR+ et de 26,2 kg chez les animaux CMJR- ($P < 0,001$), différence qui s'observe également sur les poids de carcasse. Ceci se traduit par une diminution du GMQ de 11% chez les animaux CMJR+ et par une diminution plus importante (32%) chez les animaux CMJR-. La CMJ n'a pas été modifiée par la carence chez les animaux CMJR+ mais a été réduite de 17% chez les animaux CMJR- (interaction Lignée x Régime ; $P < 0,001$). Les différences de GMQ et de CMJ entre animaux témoins et carencés se traduisent au niveau de l'IC par une augmentation de 12% chez les CMJR+ et de 24% chez les CMJR- (interaction Lignée x Régime ; $P < 0,001$). Chez des porcs en croissance suivis entre 20 et 106 kg, Millet *et al.* (2010) n'ont pas observé d'effet sur le GMQ d'une restriction des apports protéiques à 90% des besoins estimés mais une diminution de GMQ de 8% quand les apports protéiques étaient restreints à 80% des

besoins estimés. Jin *et al.* (2010) ont eux observé une diminution du GMQ de 13% en réponse à des apports protéiques restreints à 85% des besoins estimés chez des porcs suivis 8 semaines à partir de 58 kg. L'ampleur de la réponse des animaux CMJR+ à la carence en acides aminés dans notre expérience est équivalente à celles observées dans les deux études reportées ci-dessus, alors que la réponse des animaux CMJR- est plus importante. De plus, ces études ne rapportent pas d'effet de la carence en acides aminés sur l'ingestion alors que la diminution est importante chez les CMJR-.

Une diminution de l'ingestion peut être observée chez les porcs en croissance recevant un régime carencé en certains acides aminés comme l'isoleucine en situation d'excès de leucine (e.g., Parret *et al.*, 2004).

Cependant, cette diminution n'est pas observée pour une carence en lysine et les apports dans les régimes de l'étude étaient équilibrés entre les autres acides aminés que la lysine. A l'inverse, chez des porcs suivis entre 20 et 50 kg PV, Quiniou *et al.* (1995) ont observé une augmentation de 14% de la CMJ en réponse à une carence en lysine, avec une tendance à la réduction du GMQ chez les animaux carencés. Dans notre étude, la diminution de CMJ chez les animaux CMJR- recevant le régime carencé a entraîné une diminution du GMQ qui a pu encore amplifier l'effet sur la CMJ, un poids plus faible se traduisant également par un niveau d'ingestion plus faible.

Dans notre étude, les apports en acides aminés dans le régime carencé ont été calculés en utilisant InraPorc® sous l'hypothèse d'une même efficacité d'utilisation des protéines alimentaires par les deux lignées.

Selon les estimations InraPorc®, les apports du régime carencé correspondaient respectivement à 91% et 82% du besoin moyen pour les animaux CMJR+ et CMJR-. Selon les mêmes estimations, ces apports étaient fixés pour satisfaire le besoin de 25% de la population des CMJR+ mais pour provoquer une carence chez l'ensemble des animaux CMJR-.

Nos résultats confirment ces hypothèses et donc que le besoin en LYSd, exprimé en g/kg d'aliment, des animaux CMJR- est supérieur à celui des animaux CMJR+, la réponse des animaux CMJR- à un même niveau supposé carencé d'apport en LYSd étant plus importante. Exprimés en g/j (ou en g/kg de gain de PV), les besoins en LYSd des deux lignées peuvent également être considérés comme proches.

La CMJR supérieure des CMJR+ ne se traduit donc pas par un besoin accru en lysine, à l'inverse des besoins en énergie (en MJ/j ou MJ/g gain de PV) qui sont plus importants pour la lignée CMJR+ (Barea *et al.*, 2010).

En réponse au régime carencé, l'engraissement des animaux des deux lignées a augmenté comme le traduisent l'augmentation de l'ELD en élevage et de la carcasse, l'augmentation du G2 et la diminution du M2, du TMP et du poids de la longe, et ce sans interaction avec l'effet de la lignée.

La distribution du régime carencé a également induit une diminution du poids de jambon et une augmentation du poids de bardière, ces évolutions étant plus importantes chez les animaux CMJR- (interaction Lignée x Régime, $P < 0,05$).

Cette augmentation du dépôt de gras des animaux avec la distribution d'un régime carencé en acides aminés s'observe habituellement quand la carence protéique est réalisée en situation d'apport énergétique suffisant ; l'énergie non utilisée pour la synthèse protéique est alors utilisée pour la synthèse de tissu adipeux.

CONCLUSION

Nos résultats, et notamment une diminution plus importante du GMQ de animaux CMJR- en réponse à une carence en LYSd, confirment les estimations InraPorc® et nos hypothèses : le besoin en lysine des porcs CMRJ-, exprimé en g/kg d'aliment, est supérieur à celui des CMJR+.

Ainsi, si on exprime le besoin en LYSd en g/j, la CMJR supérieure des CMJR+ ne s'interprète pas comme un besoin accru en lysine, à l'inverse des besoins énergétiques. Ces informations sont importantes à considérer pour l'alimentation d'animaux sélectionnés pour présenter une

meilleure efficacité alimentaire : si l'on raisonne notamment en termes de besoins exprimés en g/MJ, la formulation des aliments distribués à ces animaux doit en effet être adaptée pour tenir compte de leur niveau de besoin et ainsi favoriser l'expression du potentiel attendu à la suite de la sélection.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR, ANR-08-GENM038 Projet PIG_FEED « Génétique de l'efficacité alimentaire du porc en croissance »).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barea R., Dubois S., Gilbert H., Sellier P., van Milgen J., Noblet J., 2010. Energy utilization in pigs selected for high and low residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 88, 2062-6072.
- Brossard L., Dourmad J.Y., Rivest J., van Milgen J., 2009. Modelling the variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feeding strategy. *Animal*, 3, 1114-1123.
- Daumas G., Causeur D., Predin J., 2010. Validation de l'équation française de prédiction du taux de muscle des pièces (TMP) des carcasses de porc par la méthode CGM. *Journées Rech. Porcine*, 42, 229-230.
- Gilbert H., Bidanel J.-P., Gruand J., Caritez J.-C., Billon Y., Guillouet P., Noblet J., Sellier P., 2006. Sélection divergente pour la consommation alimentaire résiduelle chez le porc en croissance : paramètres génétiques et réponses à la sélection. *JournéesRech. Porcine*, 38, 111-118.
- Gilbert H., Alaïn S., Sellier P., Lagant H., Billon Y., Bidanel J.-P., Guillouet P., Noblet J., van Milgen J., Brossard L., 2009. Relations génétiques entre efficacité alimentaire et cinétiques de croissance et d'ingestion chez le porc Large White. *Journées Rech. Porcine*, 41, 1-6.
- INRA-AFZ, 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Sauvart D., Pérez J.M., Tran G. (Coord.), INRA Editions, Versailles, 304 p.
- Jin Y.H., Oh H.K., Piao L.G., Jang S.K., Choi Y.H., Heo P.S., Jang Y.D., Kim Y.Y., 2010. Effect of dietary lysine restriction and energy density on performance, nutrient digestibility and meat quality in finishing pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23, 1213-1220.
- Labroue F., Maignel L., Sellier P., Noblet J., 1999. Consommation résiduelle chez le porc en croissance alimenté à volonté : méthode de calcul et variabilité génétique. *JournéesRech. Porcine*, 31, 167-174.
- Millet S., Aluwe M., de Paepe M., de Brabander D.L., van Oeckel M.J., 2010. Effect of decreasing ideal protein levels on performance results and nitrogen efficiency of growing-finishing gilts. *Arch. Anim. Nutr.*, 64, 1-11.
- Parr T.M., Kerr B.J., Baker D.H., 2004. Isoleucine requirement for late -finishing (87 to 100 kg) pigs. *J. Anim. Sci.*, 82, 1334-1338.
- Quiniou N., Dubois S., Noblet J., 1995. Effect of dietary crude protein level on protein and energy balances in growing pigs: comparison of two measurement methods. *Livest. Prod. Sci.*, 41, 51-61.
- SAS, 2000. SAS/STAT users guide, version 8.01. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sellier P., Billon Y., Riquet J., Lagant H., Calderon J.A., Guillouet P., Bidanel J.-P., Noblet J., Gilbert H., 2010. Six générations de sélection divergente pour la consommation journalière résiduelle chez le porc en croissance : réponses corrélatives sur les caractères de reproduction des truies et synthèse des réponses sur les caractéristiques de production. *JournéesRech. Porcine*, 42, 167-172.