

# Consommation résiduelle chez le porc en croissance alimenté à volonté

## Méthode de calcul et variabilité génétique

Florence LABROUE (1), Laurence MAIGNEL (1), P.SELLIER (2), J. NOBLET (3)

(1) I.T.P., Pôle Amélioration de l'Animal - La Motte au Vicomte, BP 3, 35651 Le Rheu Cedex

(2) I.N.R.A., Station de Génétique Quantitative et Appliquée - 78352 Jouy-en-Josas Cedex

(3) I.N.R.A., Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

### Consommation résiduelle chez le porc en croissance alimenté à volonté : méthode de calcul et variabilité génétique.

La consommation résiduelle journalière (CMJR) du porc en croissance se définit comme la différence entre la consommation observée et une consommation d'aliment « théorique », fonction des besoins estimés de l'animal pour l'entretien et la croissance. Les variations de la CMJR reflètent les différences d'efficacité pour la digestion et l'utilisation de l'énergie ingérée à niveau de performances comparable. La CMJR est supérieure de près de 70 g/jour dans les bandes d'hiver, sans doute en relation avec la dépense énergétique de thermorégulation. Le Landrace Français présente une CMJR plus élevée que le Large White (de 60 g/jour soit 0,4 écart type du caractère). Un tel écart peut provenir des différences raciales pour le métabolisme basal ou l'activité physique. Malgré la multiplicité des facteurs contribuant à la variabilité de la CMJR, une part non négligeable de cette variabilité (25 %) est héritable, ce qui permet d'envisager une sélection efficace sur ce caractère. La CMJR présente des corrélations phénotypiques et génétiques fortement positives avec l'indice de consommation (de l'ordre de 0,6) et la consommation moyenne journalière (corrélation génétique = 0,84 en moyenne). En revanche, elle présente des corrélations phénotypiques pratiquement nulles avec le gain moyen quotidien et l'épaisseur de lard dorsal. Les corrélations génétiques estimées entre CMJR et critères de comportement alimentaire suggèrent qu'une sélection en faveur d'animaux « grignoteurs » (beaucoup de petits repas) conduirait, au moins chez le Landrace, à une diminution de la consommation résiduelle.

### Residual food consumption in growing pigs fed ad libitum : method of calculation and genetic variability

Residual food consumption (RFC) in growing pigs represents the deviation of the actual daily food consumption of an animal from its consumption as predicted on the basis of its growth and maintenance requirements. Variation in RFC therefore reflects differences in the efficiency with which animals digest and utilize energy when adjusted for similar performances. RFC is higher of about 70 g/day in winter batches, probably in relation with the energetic cost of body temperature regulation. French Landrace pigs show higher residual food intake than Large White, by about 60 g/day i.e. 0.4 standard deviation unit of the trait. Such a gap might originate from breed differences in basal metabolism or physical activity. Despite the myriad of causes contributing to the variability in RFC, a noticeable amount of this variability (25 %) is heritable, which makes possible an efficient selection for this criterion. RFC shows strong positive correlations with food conversion ratio (about 0.6) and daily food intake (genetic correlation = 0.84 on average). In contrast, phenotypic correlations are close to zero with average daily gain and backfat thickness. Estimated genetic correlations of RFC with feeding behaviour criteria suggest that selection in favour of « nibblers » (many meals of small size) would lead, at least in the Landrace breed, to a decrease of residual food consumption.

## INTRODUCTION

Le coût alimentaire est une composante importante du coût de production dans l'espèce porcine et l'amélioration de l'efficacité alimentaire est donc un objectif majeur dans la plupart des programmes de sélection. Cependant, la mesure individuelle de l'efficacité alimentaire ou de son inverse, l'indice de consommation (aliment consommé / gain de poids vif), est rarement réalisée dans les programmes actuels de sélection porcine du fait de son coût élevé et des problèmes pratiques soulevés. L'amélioration de l'efficacité alimentaire est obtenue indirectement en utilisant des indices de sélection visant à la fois à augmenter la vitesse de croissance et à réduire l'adiposité, ce qui peut induire une réponse corrélative négative sur l'appétit chez le porc en croissance (LABROUE, 1995). On admet aujourd'hui que l'efficacité alimentaire ne peut plus être beaucoup augmentée par une réduction du dépôt de gras chez l'animal en croissance (on se rapproche, semble-t-il, de la limite « biologique » de teneur minimum en gras dans les races porcines les plus largement utilisées) et que les gains d'efficacité ultérieurs proviendront avant tout de l'augmentation du niveau de consommation avec pour effets un accroissement de la croissance musculaire et une diminution relative de la dépense d'entretien. La consommation résiduelle, c'est-à-dire la quantité d'aliment consommé en plus ou en moins par rapport aux besoins estimés d'entretien et de production, a été proposée comme une alternative de sélection possible chez la vache laitière (KORVER, 1988) et la poule pondeuse (BORDAS et MERAT, 1981; LUITING, 1990). La consommation résiduelle du porc en croissance se définit comme la différence entre la consommation alimentaire observée et une consommation d'aliment « attendue », calculée en fonction des besoins estimés de l'animal pour l'entretien et la croissance (FOSTER et al, 1983). Les variations de la consommation résiduelle reflètent alors les différences d'efficacité entre animaux pour la digestion et l'utilisation de l'énergie ingérée pour couvrir les besoins d'entretien et de production. La sélection pour une consommation résiduelle négative pourrait donc permettre d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'énergie sans réduire l'appétit (MRODE et KENNEDY, 1993). Cette étude se propose d'examiner la variabilité génétique de la consommation résiduelle et ses liaisons génétiques avec les critères de comportement alimentaire et les caractères de production.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Origine des données et caractères étudiés

Les informations utilisées dans cette étude ont été collectées dans trois stations de contrôle des performances (Argentré, Le Rheu et Mauron) entre l'année 1988 (qui marque le début de l'alimentation à volonté en groupes d'environ 12 animaux) et l'année 1994. Elles concernent des mâles entiers de race Large White et Landrace Français mesurés pour l'indice de consommation. Le fichier regroupe 3539 mâles Large White et 1709 Landrace Français parmi lesquels respectivement 2039 et 1044 possèdent également des données de comportement alimentaire. La structure familiale de ces échantillons est donnée par LABROUE et al (1997).

Les données de comportement alimentaire ont été enregistrées à l'aide des distributeurs automatiques d'aliment ACEMA 48. L'aliment, distribué sous forme de granulés, contenait 9,0 MJ/kg d'énergie nette et 170 g/kg de matières azotées totales. Les visites élémentaires ont été regroupées en repas à l'aide d'un critère de repas de 2 minutes (LABROUE et al, 1994). Sept critères de comportement alimentaire ont été calculés en moyenne sur une durée fixe de 12 semaines :

- le nombre moyen de visites à l'automate par jour ;
- trois critères relatifs aux repas : consommation moyenne par repas, durée moyenne des repas et nombre de repas par jour;
- trois critères calculés à l'échelle de la journée : consommation moyenne par jour (CMJ), durée moyenne de consommation par jour et vitesse d'ingestion, égale au rapport de la consommation moyenne par jour sur la durée moyenne de consommation par jour.

Les caractères de production sont ceux habituellement mesurés dans les stations publiques de contrôle des performances : le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC) de 35 à 95 kg de poids vif et l'épaisseur moyenne du lard dorsal mesurée aux ultrasons à 95 kg de poids vif (ELD).

### 1.2. Calcul de la consommation résiduelle

Une proportion importante des différences de consommation alimentaire entre animaux peut s'expliquer par les variations des besoins d'entretien et de production. En première approche, la consommation résiduelle (CMJR1) se définit de la façon suivante :

$$\text{CMJR1} = \text{(CMJ observée)} - \text{(CMJ prédite pour l'entretien et la production)}.$$

Pour estimer les besoins d'entretien de l'animal en croissance, il faut estimer le poids métabolique moyen (PMM) de l'animal durant la période considérée. Il a été calculé selon la méthode proposée par FOSTER et al (1983), en supposant que l'augmentation du poids vif est linéaire entre le début et la fin de la période de mesure de la consommation. On utilisera l'exposant 0,6 pour le calcul du poids métabolique conformément aux résultats de NOBLET et al (1991) sur le porc en croissance.

Le poids métabolique moyen (PMM, en kg) s'écrit donc :

$$\begin{aligned} \text{PMM} &= \int_{t_0}^{t_1} PV^{0,6} dt / (t_1 - t_0) \\ &= \int_{PV_0}^{PV_1} PV^{0,6} dPV (dt / dPV) / (t_1 - t_0) \\ &= [(t_1 - t_0) / (PV_1 - PV_0)] \int_{PV_0}^{PV_1} PV^{0,6} dPV (t_1 - t_0) \\ &= \frac{(PV_1^{1,6} - PV_0^{1,6})}{1,6 (PV_1 - PV_0)} \end{aligned}$$

avec :  $t$  = nombre de jours de mesure de la consommation alimentaire  
 $(t_0 = \text{date de début} ; t_1 = \text{date de fin})$   
 $PV = \text{poids vif en kg} (PV_0 = \text{poids initial} ; PV_1 = \text{poids final}).$

Pour estimer les besoins de production de l'animal en croissance, on peut utiliser le gain journalier de poids vif de l'animal, mais dans ce cas, les différences de composition tissulaire du gain de poids ne sont pas prises en compte. Une façon de les prendre en compte consiste à inclure des caractères descriptifs de la composition corporelle en fin de contrôle. Dans la présente étude, les seules données disponibles sont GMQ et ELD. Dans cette première approche, la variable CMJR1 est le résidu d'une régression linéaire de la CMJ observée sur les variables prédictrices des besoins d'entretien et de production.

Les différences de consommation alimentaire entre animaux peuvent aussi provenir du type génétique ou d'effets de milieu identifiables comme la bande de contrôle ou la taille du groupe. Ces effets doivent donc être pris en compte dans le calcul de la consommation résiduelle (CMJR2) qui, en deuxième approche, se définit alors ainsi :

CMJR2 = - (CMJ observée)  
 - (CMJ prédite pour l'entretien et la production)  
 - (CMJ nécessaire en réponse à tous les autres effets fixes identifiables).

Dans cette seconde approche, la consommation résiduelle peut être calculée comme le résidu d'une analyse de variance incluant des effets fixes (race, bande ou taille du groupe) en plus des régressions linéaires sur les 3 variables prédictrices des besoins de l'animal (PMM, GMQ et ELD).

### 1.3 . Analyses statistiques

Pour étudier l'effet de la race et de certains effets de milieu sur la consommation résiduelle, nous avons soumis la variable CMJR1 (non ajustée pour ces différents effets) à deux analyses de variance successives. Dans un premier temps, les effets de la race et de la taille du groupe ont été estimés à l'aide d'un modèle d'analyse prenant en compte les effets fixes de la race, de la bande de contrôle et de la taille du groupe. Dans un deuxième temps, pour estimer les effets de la saison et de la station de contrôle, on a eu recours à un modèle incluant les effets fixes de la race, de la taille du groupe, de l'année de contrôle, de la station et de la saison (froide, chaude, ou intermédiaire).

La méthode REML utilisée avec un modèle animal individuel (BIDANEL et al, 1990) permet la prise en compte, dans le calcul des paramètres génétiques, de l'ensemble de l'information concernant la généalogie des animaux contrôlés. De façon à limiter les temps de calcul, seules trois générations d'ancêtres ont été prises en compte dans cette étude. Les données ont été analysées par race, en utilisant le logiciel VCE.4 (NEUMAIER et GROENEVELD, 1998), à l'aide d'un modèle animal multi-caractère prenant en compte les effets aléatoires de la valeur génétique additive de chaque animal et de la portée de naissance. Pour les performances de pro-

duction, le modèle prend en compte l'effet fixe de la bande de contrôle. Pour la consommation résiduelle, déjà ajustée pour tous les effets fixes et covariables, le modèle se limite aux deux effets aléatoires. Pour tous les critères de comportement alimentaire, les effets fixes de la bande de contrôle (35 ou 36 niveaux selon la race) et de la taille du groupe (8 niveaux :  $\leq 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, \geq 14$ ) ainsi que la covariable poids vif en fin de période de mesure de la consommation ont été retenus dans le modèle d'analyse.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Calcul de la consommation résiduelle

Pour déterminer le meilleur modèle de régression linéaire de la CMJ observée sur les variables prédictrices des besoins d'entretien et de production à utiliser, les différentes combinaisons possibles ont été classées selon la valeur du  $R^2$  ajusté (tableau 1).

**Tableau 1** - Classement des différents modèles de prédiction de la CMJ selon la valeur du  $R^2$  ajusté.

Combinaison de variables prédictrices	$R^2$ ajusté
<b>ELD</b>	0,15
<b>GMQ</b>	0,40
<b>GMQ, ELD</b>	0,47
<b>PMM</b>	0,49
<b>PMM, ELD</b>	0,58
<b>PMM, GMQ</b>	0,59
<b>PMM, GMQ, ELD<sup>(1)</sup></b>	0,66

(1) Pour ce modèle, l'équation de régression linéaire multiple est la suivante :

$$CMJ \text{ prédite (en g)} = -1591 + 188 \text{ PMM (en kg)} \\ + 1,03 \text{ GMQ (en g)} + 45,1 \text{ ELD (en mm)}$$

Un résultat intéressant est le « bon » classement du modèle avec PMM seul, qui montre que la variable descriptive des besoins d'entretien est ici un aussi bon prédicteur de la CMJ que la combinaison GMQ et ELD (contrairement aux résultats de FOSTER et al, 1983 et DE HAER et al, 1993). Ces auteurs ainsi que MRODE et KENNEDY (1993) concluaient que l'effet de la variable PMM sur la consommation moyenne journalière n'était pas significatif puisque tous les animaux étaient contrôlés entre deux poids vifs relativement fixes (par exemple entre 30 et 90 kg). Dans la présente étude, la période de mesure de la consommation (sur une durée fixe de 12 semaines) est parfois très différente de la période de contrôle des performances proprement dite (35 à 95 kg). Il peut donc y avoir des différences de poids vif relativement importantes entre animaux au début et plus encore à la fin de la période considérée, et l'inclusion de la variable PMM dans le modèle de régression est nécessaire pour prendre en compte ces différences. Il semble donc judicieux d'utiliser les trois variables disponibles pour le calcul de la variable CMJR1 qui servira à l'estimation des effets fixes (race, saison, taille de groupe, ...). Les coefficients affectés à chaque variable (équation du tableau 1) donnent une indication du coût alimentaire

**Tableau 2** - Classement des différents modèles d'analyse de variance de la CMJ (g) selon la valeur de l'écart type résiduel.

Combinaison d'effets fixes	Écart type résiduel	R <sup>2</sup>
Taille	158,0	0,66
Race	155,8	0,67
Race, Taille	155,6	0,67
Bande	151,1	0,69
Taille, Bande	151,1	0,69
Race, Bande	148,2	0,70
Race, Bande, Taille	148,1	0,71

marginal lié à une variation du GMQ ou de l'ELD.

Pour savoir quels effets fixes sont à prendre en compte pour le calcul de la CMJR2, les différentes combinaisons possibles ont été classées selon la valeur de l'écart type résiduel et du R<sup>2</sup> du modèle (tableau 2). Le modèle expliquant le mieux les variations de la CMJ inclut les trois effets fixes (race, bande de contrôle, taille du groupe), en plus des trois covariables (PMM, GMQ et ELD).

## 2.2. Statistiques élémentaires

Le tableau 3 donne les moyennes et écarts types phénotypiques bruts des caractères de production, des critères de comportement alimentaire, et de la consommation résiduelle (CMJR1 et CMJR2) pour chaque race. Le Large White a une

vitesse de croissance légèrement supérieure, un meilleur indice de consommation et une adiposité un peu moindre. Les deux races présentent également quelques différences de comportement alimentaire. Le Landrace Français a une CMJ supérieure à celle du Large White, d'environ 50 g par jour. Pourtant les animaux Landrace réalisent moins de repas que les Large White (5,9 contre 7,2 repas par jour), mais ces repas sont plus longs et plus volumineux (404 contre 329 g). La consommation résiduelle, plus faible chez le Large White, présente aussi une forte variabilité intra-race.

La figure 1 montre pour chaque race les distributions de fréquence de la consommation moyenne résiduelle (CMJR1), qui est distribuée selon une loi normale affectée d'un coefficient de Kurtosis positif (« sommet pointu »).

## 2.3. Influence de la race et des effets de milieu sur la consommation résiduelle

### 2.3.1. Effet de la race (figure 2a)

Le Landrace Français présente une consommation résiduelle plus élevée que celle du Large White, et la différence entre les deux races (de l'ordre de 60 g/jour, soit 0,4 écart type du caractère) est très hautement significative ( $P < 0,001$ ), en accord avec les résultats de MRODE et KENNEDY (1993). La valeur plus faible de la CMJR1 pour les animaux Large White laisse présager une efficacité alimentaire supérieure à celle des Landrace. Un tel écart peut provenir d'un métabolisme basal plus faible chez le Large White. Il pourrait également être lié aux différences de séquence alimentaire : les animaux Landrace, mangeurs de gros repas, assimileraient

**Tableau 3** - Moyennes ( $\mu$ ) et écarts types phénotypiques ( $\sigma_p$ ) des caractères étudiés.

Caractère	Large White		Landrace Français	
	$\mu$	$\sigma_p$	$\mu$	$\sigma_p$
<b>Caractères de production</b>	(35 - 95 kg)			
Gain moyen quotidien (g)	911	92	879	89
Indice de consommation (Kg aliment / kg gain)	2,46	0,19	2,54	0,21
Épaisseur de lard dorsal (mm)	11,3	1,6	11,7	1,5
<b>Critères de comportement alimentaire (sur 12 semaines)<sup>(1)</sup></b>				
Consommation moyenne journalière (g)	2138	272	2184	266
Durée de consommation par jour (min.)	58	11	58	11
Vitesse d'ingestion (g/min.)	40	8	41	8
Consommation moyenne par repas (g)	329	118	404	125
Durée moyenne des repas (min.)	9,4	3,2	10,8	3,4
Nombre de repas par jour	7,2	2,4	5,9	1,8
Nombre de visites par jour	19	11	11	6
<b>Consommation résiduelle</b>				
CMJR1 (g)	-20	154	39	160
CMJR2 (g)	0	146	0	147

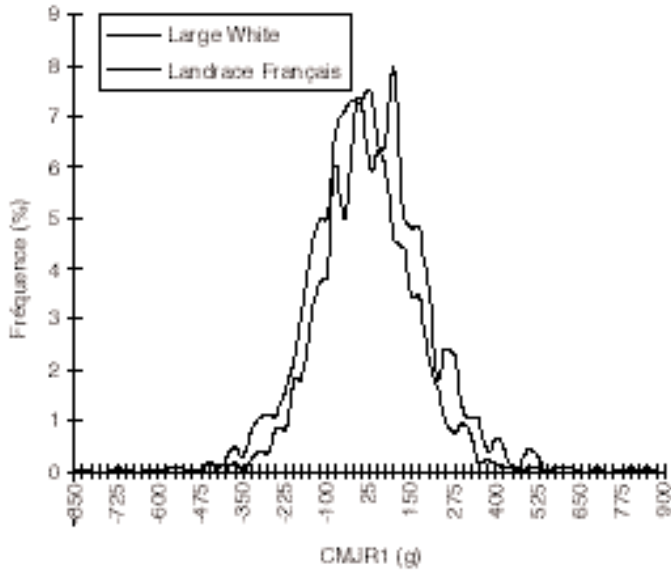
(1) Poids initial (kg) :  $\mu = 29,5$  et  $\sigma_p = 4,3$  pour le Large White ;

$\mu = 29,6$  et  $\sigma_p = 4,0$  pour le Landrace Français.

Poids final (kg) :  $\mu = 104,8$  et  $\sigma_p = 10,4$  pour le Large White ;

$\mu = 102,8$  et  $\sigma_p = 9,9$  pour le Landrace Français.

**Figure 1** - Distribution de fréquence de la variable CMJR1 (g) par race.



moins efficacement l'aliment ingéré que les animaux Large White, qualifiés de « grignoteurs » (nombreux petits repas par jour). L'activité alimentaire plus intense du Large White (nombre de visites à l'automate plus élevé) laissait présager une consommation résiduelle plus élevée (en liaison avec des dépenses d'activité physique supérieures), comme cela a déjà été montré chez la poule pondeuse par GABARROU et al (1998) dans le cadre d'une expérience de sélection diver-

gente sur la consommation résiduelle. Au vu des résultats de la présente étude, ce phénomène, s'il existe dans nos conditions d'alimentation, ne suffit pas à masquer la meilleure efficacité alimentaire du Large White.

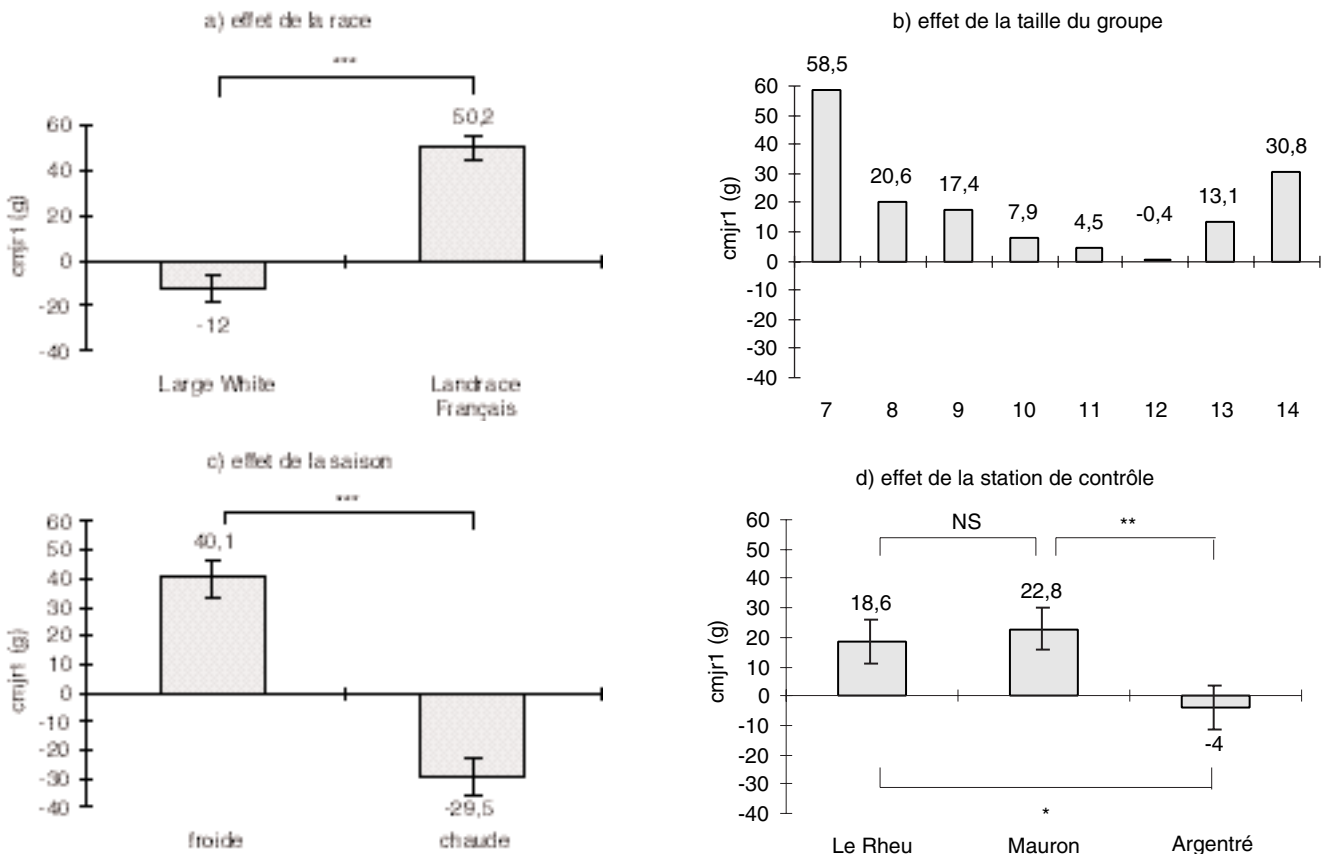
2.3.2. Effet de la taille du groupe (figure 2b)

La tendance générale révèle une consommation résiduelle plus élevée dans les petits groupes (de 7 à 9 porcs) et dans les grands groupes (au-delà de 13 porcs), que dans les groupes de taille moyenne (de 10 à 12 porcs). Dans les petits groupes, l'augmentation de la CMJR1 pourrait s'expliquer par une augmentation des dépenses de thermorégulation, ou d'activité physique (plus de surface disponible par animal). Dans les grands groupes, elle pourrait provenir également d'une activité physique accrue liée aux bagarres et à la compétition entre animaux. Cependant, ces résultats ne constituent qu'une tendance (car les erreurs standards sont importantes (de 7 à 30 g)) et la distribution des effectifs entre classes est hétérogène (majorité de 10 à 12 porcs par case).

2.3.3. Effet de la saison

Parmi les 36 bandes de contrôle disponibles dans l'analyse, un regroupement en trois « lots » a été réalisé : les 11 bandes majoritairement contrôlées en hiver ont été classées en saison froide, tandis que les 12 bandes contrôlées majoritairement en été ont été classées en saison chaude. Les 13 autres bandes ont été classées en saison "mixte". La figure 2c présente la comparaison entre niveaux d'effets

**Figure 2** - Effets de la race et des effets de milieu sur la consommation résiduelle (CMJR1)





extrêmes (bandes d'hiver et bandes d'été) entre lesquels on note une différence significative ( $P < 0,001$ ) de consommation résiduelle. La consommation résiduelle est supérieure de près de 70 g/jour dans les bandes d'hiver. Cette différence pourrait être due à la dépense énergétique supplémentaire liée à la thermorégulation.

#### 2.3.4. Effet de la station de contrôle (figure 2d, p 171)

Sur la période étudiée, la consommation résiduelle a été significativement plus faible ( $P < 0,05$ ) à la station d'Argentré (d'environ 25 g/jour) que dans les deux autres stations (non significativement différentes entre elles). De nombreuses causes peuvent être à l'origine de ces variations (conditions d'ambiance, conduite des animaux, composition de l'aliment...).

## 2.4. Héritabilités

La corrélation génétique entre CMJR1 et CMJR2 étant de 0,99 pour les deux races, seule la variable CMJR2, déjà ajustée pour les besoins d'entretien et de production et pour les effets fixes, a été conservée pour l'estimation des paramètres génétiques, car elle correspond mieux à la définition de la consommation résiduelle. Le tableau 4 donne, pour chaque race, les valeurs d'héritabilité ( $h^2$ ) des caractères de production et des critères de comportement alimentaire. Pour les caractères de production, les héritabilités estimées sont moyennes à fortes, en accord avec les valeurs habituellement trouvées dans les races concernées (LABROUE et al, 1997 ; GARREAU et al, 1998). Le gain moyen quotidien et l'indice de consommation sont plus héréditaires chez le Landrace Français que chez le Large White. En revanche, l'épaisseur de lard dorsal est plus héréditaire chez le Large White. La consommation moyenne journalière présente une héritabilité moyenne (environ 0,35), identique dans les deux races.

En dehors du nombre journalier de visites à l'automate ( $h^2$  voisine de 0,25), l'héritabilité des autres caractères de comportement alimentaire est forte avec des valeurs de  $h^2$  comprises entre 0,41 et 0,55. Ces résultats sont conformes à ceux de DE HAER et DE VRIES (1993) et VON FELDE et al (1996).

La consommation résiduelle se révèle, quant à elle, moyennement héréditaire ( $h^2 = 0,24 \pm 0,05$  pour les deux races), en accord avec MRODE et KENNEDY (1993) et VON FELDE et al (1996). En outre, la CMJR2 ne semble pas influencée par les effets d'environnement commun aux individus d'une même portée ( $c^2 = 0,02 \pm 0,03$  dans les deux races), en accord avec DE HAER et DE VRIES (1993). Ainsi, malgré les causes multiples contribuant à la variabilité de la consommation résiduelle, une part non négligeable de cette variabilité (25 %) est héréditaire, ce qui permet d'envisager une sélection efficace sur ce caractère.

## 2.5. Relations avec les performances de production

Le tableau 5 donne les corrélations génétiques et phénotypiques entre la consommation résiduelle et les trois caractères de production mesurés en station sur les mâles entiers. Les corrélations phénotypiques entre la CMJR2 et les performances de production sont très comparables dans les deux races. Les corrélations phénotypiques entre CMJR2 et GMQ ou ELD sont pratiquement nulles, en accord avec DE HAER et al (1993), MRODE et KENNEDY (1993) et VON FELDE et al (1996). Les estimées de corrélations génétiques correspondantes présentent des écarts importants entre races et avec les valeurs de corrélations phénotypiques, mais leur précision est relativement faible (erreurs standards comprises entre 0,08 et 0,14). En revanche, il existe une liaison moyennement à fortement positive, tant au niveau phé-

**Tableau 4** - Héritabilités ( $\pm$  erreurs standards) des caractères étudiés

Caractère	Large White	Landrace Français
<b>Caractères de production</b>		
Gain moyen quotidien	0,26 $\pm$ 0,06	0,56 $\pm$ 0,08
Indice de consommation	0,18 $\pm$ 0,11	0,43 $\pm$ 0,09
Épaisseur de lard dorsal	0,75 $\pm$ 0,04	0,56 $\pm$ 0,07
<b>Critères de comportement alimentaire</b>		
Consommation moyenne journalière	0,35 $\pm$ 0,06	0,34 $\pm$ 0,06
Durée de consommation par jour	0,43 $\pm$ 0,04	0,55 $\pm$ 0,07
Vitesse d'ingestion	0,53 $\pm$ 0,05	0,45 $\pm$ 0,05
Consommation moyenne par repas	0,44 $\pm$ 0,05	0,55 $\pm$ 0,08
Durée moyenne des repas	0,41 $\pm$ 0,05	0,52 $\pm$ 0,08
Nombre de repas par jour	0,42 $\pm$ 0,05	0,50 $\pm$ 0,07
Nombre de visites par jour	0,29 $\pm$ 0,03	0,23 $\pm$ 0,06
<b>Consommation résiduelle (CMJR2)</b>	0,24 $\pm$ 0,05	0,24 $\pm$ 0,05

**Tableau 5** - Corrélations génétiques ( $r_A \pm$  erreurs standards) et phénotypiques ( $r_P$ ) entre la consommation résiduelle (CMJR2) et les caractères de production.

Caractères de production	Large White		Landrace Français	
	$r_A$	$r_P$	$r_A$	$r_P$
Gain moyen quotidien	0,49 $\pm$ 0,13	0,02	0,06 $\pm$ 0,11	0,00
Indice de consommation	0,41 $\pm$ 0,10	0,55	0,74 $\pm$ 0,07	0,72
Épaisseur de lard dorsal	0,02 $\pm$ 0,08	- 0,01	0,28 $\pm$ 0,14	0,04

**Tableau 6** - Corrélations génétiques ( $r_A \pm$  erreurs standards) et phénotypiques ( $r_P$ ) entre la consommation résiduelle (CMJR2) et les critères de comportement alimentaire.

Critères de comportement alimentaire	Large White		Landrace Français	
	$r_A$	$r_P$	$r_A$	$r_P$
Consommation moyenne journalière	0,72 $\pm$ 0,06	0,86	0,96 $\pm$ 0,03	0,82
Durée de consommation par jour	- 0,02 $\pm$ 0,10	0,25	0,37 $\pm$ 0,12	0,21
Vitesse d'ingestion	0,24 $\pm$ 0,09	0,20	- 0,08 $\pm$ 0,15	0,18
Consommation moyenne par repas	0,32 $\pm$ 0,10	0,26	0,50 $\pm$ 0,13	0,22
Durée moyenne des repas	0,09 $\pm$ 0,12	0,15	0,57 $\pm$ 0,13	0,11
Nombre de repas par jour	- 0,05 $\pm$ 0,11	- 0,10	- 0,30 $\pm$ 0,14	0,00
Nombre de visites par jour	0,01 $\pm$ 0,14	- 0,14	- 0,29 $\pm$ 0,16	- 0,04

notypique que génétique, entre CMJR2 et IC (autour de 0,6), en accord avec VON FELDE et al (1996) qui trouvent des valeurs comparables (environ 0,7). L'intérêt supplémentaire de la CMJR2 par rapport à l'IC serait de repérer les animaux qui, pour un même niveau de performances (GMQ et ELD), ont une CMJ plus faible.

## 2.6. Relations avec les critères de comportement alimentaire

Les corrélations entre la consommation résiduelle et les critères de comportement alimentaire sont présentées au tableau 6. On peut souligner la très bonne cohérence entre les corrélations phénotypiques relatives aux deux races, quel que soit le caractère. Les corrélations phénotypiques concernant les critères autres que CMJ sont en assez bon accord avec VON FELDE et al (1996) : les liaisons phénotypiques sont toujours assez faibles, sauf pour la durée de consommation par jour et, dans une moindre mesure, la taille des repas. En revanche, nos résultats sont très différents de ceux de DE HAER et al (1993). Il existe cependant un accord général entre ces trois études pour la très forte liaison entre CMJ et CMJR2, quelle que soit la race, qui semble logique puisqu'une forte consommation va de pair avec une forte consommation résiduelle, du fait des dépenses énergétiques liées (activité physique, extra-chaaleur,...).

Les corrélations génétiques, quant à elles, révèlent des disparités notables entre les deux races étudiées, à l'exception de la liaison entre CMJ et CMJR2 qui est forte dans les deux races ( $r_A = 0,84$  en moyenne). D'une façon générale, les

relations génétiques entre CMJR2 et les critères de comportement alimentaire autres que CMJ sont peu marquées chez le Large White mais plus nettes chez le Landrace. Quelle que soit la race, on note une liaison génétique positive entre CMJR2 et la consommation moyenne par repas ( $r_A$  de l'ordre de 0,4). Chez le Landrace, la variable CMJR2 est, de plus, génétiquement liée de façon positive à la durée moyenne des repas et à la durée de consommation par jour et de façon négative au nombre journalier de repas (ou de visites). Pour les corrélations génétiques entre la consommation résiduelle et les critères de comportement alimentaire autres que CMJ, de nombreux désaccords existent entre nos résultats et ceux de VON FELDE et al (1996) (seule autre étude rapportant des corrélations génétiques). Cependant, il faut souligner la faible précision des estimées de  $r_A$  dans ces deux études (erreurs standards de l'ordre de 0,10 à 0,15).

## CONCLUSION

Par définition, la consommation résiduelle représente l'écart entre la consommation alimentaire observée et une consommation « théorique » calculée en fonction des besoins d'entretien et de production estimés en moyenne dans l'échantillon de porcs étudié. De nombreux facteurs peuvent être à l'origine de cet écart : efficacité de l'assimilation des aliments, devenir de l'énergie absorbée (métabolisme basal, thermorégulation, activité physique), état sanitaire, ... En outre, les variations de consommation résiduelle peuvent aussi s'expliquer par l'erreur commise en tentant de prédire la consommation « théorique » de façon relativement appro-

chée, et en regroupant les deux races étudiées. En dépit de ces limites, ce nouveau caractère est héritable et présente un intérêt réel pour la compréhension des mécanismes de l'efficacité alimentaire.

La présente étude met en évidence une différence raciale notable en matière de consommation résiduelle, qui est plus faible chez le Large White que chez le Landrace. Cette différence est sans doute liée en partie aux différences de séquence alimentaire et de métabolisme basal, ce qui suggère de calculer la consommation résiduelle séparément pour chacune des races. Cette analyse intra-

race, complétée par des prédictions de progrès génétique par simulations, permettra de mieux cerner l'intérêt de ce nouveau caractère pour la sélection.

## REMERCIEMENTS

Les stations de contrôle d'ARGENTRÉ ( D. BRETON), de MAURON (C. PERROCHEAU, E. CHÉREL) et du RHEU (D. BRAULT, M. BOUFFAUD) sont remerciées pour leur précieuse contribution à la collecte des données utilisées

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIDANEL J.P., DUCROCQ V., OLLIVIER L., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 1-10.
- BORDAS A., MERAT P., 1981. British Poultry Sci., 22, 25-31.
- DE HAER L.C.M., DE VRIES A.G., 1993. Livest. Prod. Sci., 36, 223-232.
- DE HAER L.C.M., LUITING P., AARTS H.L.M., 1993. Livest. Prod. Sci., 36, 233-253.
- FOSTER W.H., KILPATRICK D.J., HEANEY I.H., 1983. Anim. Prod., 37, 387-393.
- GABARROU J.F., GERAERT P.A., FRANCOIS N., GUIILLAUDIN S., PICARD M., BORDAS A., 1998. British Poultry Sci., 39, 79-89.
- GARREAU H., TRIBOUT T., BIDANEL J.P., 1998. Techni-Porc, 21, 27-31.
- KORVER S., 1988. Livest. Prod. Sci., 20, 1-13.
- LABROUE F., 1995. INRA Prod. Anim., 8, 239-250.
- LABROUE F., GUÉBLEZ R., SELLIER P., 1997. Genet. Sel. Evol., 29, 451-468.
- LABROUE F., GUÉBLEZ R., SELLIER P., MEUNIER-SALAÜN M.C., 1994. Livest. Prod. Sci., 40, 303-312.
- LUITING P., 1990. World's Poultry Science Journal, 46, 133-152.
- MRODE R.A., KENNEDY B.W., 1993. Anim. Prod., 56, 225-232.
- NEUMAIER K., GROENEVELD E., 1998. Genet. Sel. Evol., 30, 3-26.
- NOBLET J., KARÈGE C., DUBOIS S., 1991. Energy metabolism of farm animals. EAAP n°58 éd., pp. 107-110.
- VON FELDE A., ROEHE R., LOOFT H., KALM E., 1996. Livest. Prod. Sci., 47, 11-22.