

## **Estimation, par utilisation de semence congelée, des effets de la sélection réalisée entre 1977 et 1998 dans la population Large White sur la composition corporelle et l'état physiologique du porc nouveau-né**

Laurianne CANARIO (1), Thierry TRIBOUT (1), Françoise THOMAS (2), Chrystèle DAVID (2), Jean GOGUÉ (3), Patrick HERPIN (2), Jean Pierre BIDANEL (1), Marie-Christine PÈRE (2), Jean LE DIVIDICH (2)

(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352, Jouy en Josas cedex

(2) INRA, UMRVP, 35590, Saint Gilles

(3) INRA, Unité Porcine - Domaine de Galle, 18520 Avord

### **Estimation, par utilisation de semence congelée, des effets de la sélection réalisée entre 1977 et 1998 dans la population Large White sur la composition corporelle et l'état physiologique du porc nouveau-né**

Deux groupes d'animaux (G77 et G98) ont été produits en inséminant des truies Large White (LW) avec de la semence de verrats LW nés en 1977 ou en 1998. La comparaison des performances de ces 2 groupes d'animaux permet d'estimer les évolutions génétiques réalisées au cours de cette période. La composition corporelle de 12 porcelets G77 et 9 porcelets G98 a été déterminée. La maturité physiologique à la naissance a également été étudiée à partir de dosages plasmatiques de métabolites sur 75 porcelets G77 et 90 porcelets G98 issus de 18 portées. La carcasse et le muscle des porcelets G98 sont moins riches en protéines ( $P < 0,05$ ) que ceux des porcelets G77, tandis que le rapport ARN/protéines a tendance à être plus élevé ( $P < 0,07$ ). A poids égal, leur foie est plus léger ( $P < 0,01$ ) et contient moins de glycogène ( $P < 0,01$ ). L'activité de la glucose-6-phosphatase est semblable dans les 2 groupes. Les teneurs en protéines musculaires ont diminué ( $P < 0,05$ ) mais le potentiel de synthèse protéique et le pourcentage de protéines myofibrillaires semblent avoir augmenté ( $P < 0,07$ ). Le travail de sélection s'est accompagné, chez le nouveau-né, d'une diminution des concentrations plasmatiques de glucose et d'albumine (respectivement  $P < 0,03$  et  $P = 0,05$ ) tandis que les concentrations plasmatiques de fructose, d'IGF-1 et d'acides gras non estérifiés sont restées stables. L'ensemble des résultats suggère que l'amélioration de la taille de portée à la naissance et de la croissance musculaire entre 1977 et 1998 s'est accompagnée d'une amélioration du potentiel de synthèse protéique et a eu pour effet de retarder la maturité des porcelets.

### **Estimation of the effects of realized selection in Large White population from 1977 to 1998 on body composition and physiological state at birth using frozen semen**

Two groups of pigs (G77 and G98) have been produced by inseminating Large White (LW) sows with semen from LW boars born in 1977 or 1998. Comparing performance of G77 and G98 pigs made it possible to estimate genetic trends realised over this period of time. Body composition of 12 G77 and 9 G98 piglets was determined. The physiological maturity at birth was investigated through plasma metabolic measurements of 75 G77 and 90 G98 piglets from 18 litters. The G98 piglets have less carcass and muscle protein ( $P < 0.05$ ) than their G77 counterparts while ratio of RNA/protein tends to be higher ( $P < 0.07$ ). When adjusted for birth weight, their liver is lighter ( $P < 0.01$ ) and contains less glycogen ( $P < 0.01$ ). Glucose-6Pase activity is similar in the two groups of animals. Muscle proteins content has decreased ( $P < 0,05$ ) but protein synthesis potential and myofibril protein content tended to be higher ( $P < 0.07$ ). Selection resulted in a decreased plasma concentration of glucose and albumin ( $P < 0.03$  and  $P = 0.05$  respectively) while plasma concentration of fructose, IGF-1 and non esterified fatty acid remained stable. Overall, data suggest that the improvement in litter size at birth and muscular growth from 1977 to 1998 was associated with an increase in protein synthesis potential and a delay in piglet maturity.

## INTRODUCTION

Dans des études précédentes, des différences importantes de composition corporelle du porc nouveau-né (HERPIN et al, 1993) et de sa maturité physiologique (LE DIVIDICH et al, 1991) ont été observées entre des individus Meishan et des individus de populations sélectionnées sur la croissance musculaire. Ces derniers possèdent notamment moins de lipides corporels à la naissance et présentent un potentiel de synthèse protéique plus élevé, bien que non exprimé avant la naissance. Ils sont également physiologiquement moins matures et ont des capacités thermorégulatrices moindres que les individus Meishan. Ces résultats suggèrent que la sélection sur la croissance musculaire influence la maturité physiologique et la composition corporelle des nouveau-nés, mais seule la comparaison de porcelets appartenant à une même population, avant et après sélection, permettrait de l'affirmer.

La comparaison des performances de porcs issus de semence congelée de verrats nés en 1977 (G77) avec celles de verrats nés en 1998 (G98) a récemment permis d'évaluer les évolutions génétiques réalisées au cours de cette période pour les caractères de croissance et de composition de la carcasse dans la population Large White type femelle (TRIBOUT et al, 2004 ; BAZIN et al, 2003) ainsi que pour les caractères de reproduction de la femelle et les caractéristiques de la portée (TRIBOUT et al, 2003). La présente étude a pour objectif d'évaluer les conséquences de la sélection pratiquée depuis 1977 dans la population Large White sur la composition corporelle et l'état physiologique du porc nouveau-né.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux

Les mesures ont été réalisées dans l'unité expérimentale de l'INRA de Bourges (18520, Avord) sur des porcelets Large White des populations G77 ou G98 issus de 2 générations successives. Le dispositif expérimental mis en place est représenté sur la figure 1. Fin 1999, des truies Large White (LW) ont été inséminées avec de la semence de verrats LW nés en 1977 (conservée par congélation) ou en 1998, produisant respectivement des portées A77 et A98. Parmi les individus ainsi produits, des reproducteurs femelles et mâles ont été conservés et accouplés pour produire une seconde génération d'individus (femelles A77 x verrats A77 = portées B77 ; femelles A98 x verrats A98 = portées B98) dans laquelle 12 porcelets B77 (prélevés dans 9 portées) et 9 porcelets B98 (prélevés dans 8 portées) ont été sacrifiés à la naissance afin de déterminer leur composition corporelle. En fin d'engraissement, des femelles B77 et B98 ont été conservées et, respectivement, inséminées avec de la semence congelée de verrats A77 et A98, produisant une troisième génération d'individus (porcelets C77 et C98, respectivement).

Les caractéristiques de reproduction (gestation, état corporel et prolificité) des truies B77 et B98 sont résumées dans le tableau 1. Les truies ont été pesées et leur épaisseur de lard a été mesurée par ultrasonographie à 111 jours de gestation. Elles ont été en régime alimentaire restreint pendant toute la gestation puis nourries ad libitum pendant la lactation.

**Tableau 1** - Moyennes des moindres carrés (MMC  $\pm$  erreur standard) pour les 2 types génétiques et évolutions génétiques estimées entre 1977 et 1998 pour les caractères d'état corporel et prolificité de la mère (B77 versus B98) et de poids du porcelet nouveau-né (C77 versus C98)

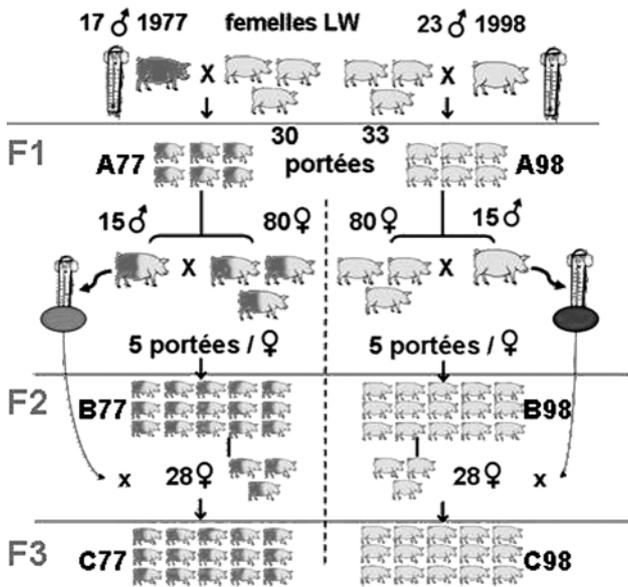
Caractère	effectifs		MMC groupe expérimental		$\Delta G$ $\pm$ es $\Delta G$	Pr >  t  H0 : $\Delta G = 0$
	B77	B98	B77	B98		
<b>Etat corporel de la truie</b>						
Age à la saillie (jours)	30	26	375,9 (5,1)	387,9 (5,9)	24,0	0,157
Durée de gestation (jours)	30	26	113,4 (0,2)	113,6 (0,3)	0,4	0,578
Poids (kg)	30	26	262,4 (3,2)	268,1 (4,0)	11,3	0,266
ELD (mm)	27	25	27,4 (0,7)	24,9 (0,9)	-5,0	0,033*
<b>Prolificité de la truie</b>						
Nés totaux (NT)	30	26	12,15 (0,77)	12,00 (0,89)	-0,30 (2,49)	0,906
Nés vivants	30	26	11,59 (0,73)	11,50 (0,84)	-0,18 (2,36)	0,940
Morts nés	30	26	0,56 (0,17)	0,50 (0,19)	-0,12 (0,54)	0,831
<b>Poids des porcelets<sup>a</sup></b>						
Poids de naissance (g)	367	250	1240 (40)	1360 (50)	246 (134)	0,072 +
Poids de naissance <sup>b</sup> (g)	367	250	1210 (30)	1330 (40)	240 (100)	0,021*
Poids de la portée (kg)	30	223	14,9 (0,9)	16,1 (1,2)	2,3	0,376
Poids de la portée <sup>b</sup> (kg)	30	22	14,5 (0,4)	15,2 (0,6)	1,5	0,292

Légende :  $\Delta G$  : Evolution génétique estimée comme le double de l'écart entre les moyennes des moindres carrés 2\*(MMC\_C98 - MMC\_C77)  $\pm$  es $\Delta G$  : double de l'erreur standard de cet écart.

Effets inclus dans les modèles d'analyse : Age à la saillie et durée de gestation ajustés pour la bande de mise bas ; Poids et ELD : poids et épaisseur de lard dorsal moyenne mesurés à 111 jours de gestation, ajustés pour la bande et l'âge à la saillie ; Caractères de prolificité ajustés pour la bande de mise bas ; Poids des porcelets ajusté pour la bande et le sexe des porcelets en effets fixes (<sup>b</sup> : avec correction pour NT en plus) et la truie mère de la portée en effet aléatoire.

<sup>a</sup> 4 portées pour lesquelles les porcelets n'avaient pas été pesés dès leur naissance ont été retirées.

Niveaux de signification : + p<0,10 ; \* p<0,05.



**Figure 1** - Schéma du dispositif expérimental

Les porcelets C77 et C98 ont été pesés individuellement à la naissance et les nombres de porcelets nés vivants et morts nés enregistrés pour chaque portée. Des échantillons de sang ont alors été prélevés sur 89 porcelets C77 (issus de 9 portées) et sur 76 porcelets C98 (issus de 9 portées) dans le but d'en déterminer les concentrations de glucose, fructose, albumine, IGF-1 et acides gras non estérifiés (AGNE).

## 1.2. Composition corporelle

Dès leur naissance, les 12 porcelets B77 et les 9 porcelets B98 ont été grossièrement séchés, pesés et abattus par exsanguination. Après ouverture de l'abdomen, le foie et une partie du muscle long dorsal ont été prélevés. Le foie (sans la vésicule biliaire) a été pesé (précision de  $\pm 1g$ ) et une partie (5-6g) a été immédiatement congelée dans de l'azote liquide. L'échantillon de muscle et la carcasse sans le tube digestif ont également été congelés dans de l'azote liquide. Par la suite, les échantillons ont été conservés à  $-20^{\circ}C$ . Sur la carcasse broyée, les teneurs en matière sèche après lyophilisation, en protéines, en lipides et en énergie ont été déterminées. Sur les échantillons de foie et de muscle pulvérisés dans l'azote liquide, la concentration de glycogène après digestion potassique, précipitation à l'alcool à  $+4^{\circ}C$  et purification a été mesurée. L'activité de la glucose-6-phosphatase (G-6-Pase) hépatique, enzyme clef de la néoglucogenèse, a été déterminée selon la technique décrite par HARPER (1965). Sur le muscle, ont également été déterminées les teneurs en protéines totales (LOWRY et al, 1951), en ADN par fluorimétrie (LARBACA et PAIGEN, 1980) et en ARN par spectrophotométrie (MUNRO et FLECK, 1969). En outre, les protéines myofibrillaires du muscle long dorsal ont été isolées, purifiées et déterminées par la méthode de SOLARO et al (1971).

## 1.3. Paramètres sanguins

À la naissance, le sang a été prélevé sous héparine par section du cordon ombilical de 6 à 10 porcelets de chacune des

18 portées C77 et C98, centrifugé à  $4^{\circ}C$  5000 tours-min<sup>-1</sup>, et le plasma a ensuite été conservé à  $-20^{\circ}C$ . Ces portées étaient réparties dans 7 bandes de mise bas. Les concentrations plasmatiques de glucose, d'acides gras non estérifiés (AGNE) et de fructose ont été déterminées par des méthodes enzymatiques automatisées adaptées à un analyseur multiparamétrique de transfert. La concentration plasmatique de glucose a été déterminée selon le principe de Trinder à l'aide du kit Biomérieux, les teneurs en AGNE par acylation du coenzyme A puis oxydation des acyls CoA (kit NEFA C, Wako Chemicals), la teneur en fructose par conversion préalable en G6P (kit Boehringer), la concentration plasmatique d'albumine par colorimétrie au vert de bromocrésol (kit Biomérieux) et IGF-1 par radio-immunologie à l'aide du kit Bekman Coulter (Paris).

## 1.4. Analyses statistiques

### 1.4.1. Composition corporelle

Les données de composition corporelle des porcelets issus des deux groupes expérimentaux ont été comparées à l'aide du test de Student.

### 1.4.2. Concentrations plasmatiques de métabolites

Les analyses ont été réalisées à l'aide des procédures GLM et MIXED du logiciel SAS (SAS Institute 1996), en ajoutant l'option 'empirical' de la procédure MIXED pour la modélisation des caractères de concentrations plasmatiques de métabolites. Cette option qui consiste à faire inférence sur les effets fixes par des estimateurs robustes vis-à-vis de la structure de variance-covariance permet de pallier la faiblesse du jeu de données métaboliques et la non-connaissance de la structure de variance-covariance (ROBERT-GRANIÉ et FOULLEY, 2001 ; ROBERT-GRANIÉ et al, 2002).

L'analyse des concentrations plasmatiques de métabolites s'est faite en plusieurs étapes. Notons que pour ces analyses, les données aberrantes ou en dessous du seuil de détection des dosages ont été éliminées. L'écart entre les deux types génétiques (TG) a tout d'abord été estimé par analyse de variance à l'aide d'un modèle linéaire mixte incluant les effets fixes du TG, de la bande de mise bas de la truie et du sexe du porcelet, ainsi que l'effet aléatoire de la mère de la portée. La significativité de l'effet des deux co-variables "nombre de nés totaux" et "poids de naissance" du porcelet a ensuite été testée globalement et intra type génétique.

Les résultats sont exprimés sur l'ensemble de la période 1977-1998 : l'évolution génétique réalisée entre 1977 et 1998 est calculée comme le double de l'écart entre les moyennes des moindres carrés des deux groupes d'animaux (SMITH, 1977).

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Composition corporelle

Les résultats sont présentés dans les tableaux 2 et 3. À la naissance, les poids moyens des 12 porcelets B77 et des

9 porcelets B98 étaient, respectivement, de  $1446 \pm 219$  g et de  $1516 \pm 292$  g (NS). La carcasse des porcelets B98 contient significativement ( $P < 0,01$ ) moins de matière sèche, de protéines et de cendres et est moins riche en énergie que celle des porcelets B77. Les teneurs en lipides sont similaires. Le muscle long dorsal des porcelets B98 contient moins de matière sèche et de protéines ( $P < 0,05$ ). En revanche, les teneurs en ADN et ARN ne sont pas significativement différentes. Toutefois, le potentiel de synthèse protéique estimé par le rapport ARN/protéines tend à être plus élevé chez les porcelets B98 ( $P < 0,06$ ). Par ailleurs, les deux groupes de porcelets présentent des teneurs semblables en protéines myofibrillaires, alors qu'exprimées en pourcentage des protéines totales, elles tendent à être plus élevées chez les porcelets B98 ( $P < 0,07$ ).

**Tableau 2** - Composition corporelle des porcelets B77 et B98

Groupe expérimental	B77	B98	Ecart type de la différence (niveau de signification)
Effectif de porcelets <sup>1</sup>	12	9	
Matière sèche (%)	20,13	18,72	0,38 (**)
Protéines brutes (%)	12,24	11,15	0,37 (**)
Lipides totaux (%)	1,27	1,28	0,05 (NS)
Cendres (%)	4,12	3,90	0,11 (+)
Énergie brute (kJ/g)	3,41	3,14	0,10 (**)

<sup>1</sup> Porcelets issus de 9 portées B77 et de 8 portées B98  
Niveaux de signification : NS=non significatif ; +  $P < 0,10$  ; \*\*  $P < 0,01$

**Tableau 3** - Composition chimique du muscle long dorsal des porcelets B77 et B98

Groupe expérimental	B77	B98	Ecart type de la différence (niveau de signification)
Effectif de porcelets <sup>1</sup>	12	9	
Matière sèche (%)	23,8	22,0	0,7 (**)
Protéines (mg/g)	84,4	76,6	3,5 (*)
ADN (mg/g)	1,48	1,67	0,15 (NS)
ARN ( $\mu$ g/g)	1348	1523	132 (NS)
ARN/protéines ( $\mu$ g/g)	16,2	20,1	2,0 (0,06)
Protéines myofibrillaires (mg/g)	15,5	18,8	2,3 (NS)
% protéines	20,0	25,5	2,8 (0,07)

<sup>1</sup> Porcelets issus de 9 portées B77 et de 8 portées B98  
Niveaux de signification : NS=non significatif ; \*  $P < 0,10$  ; \*\*  $P < 0,01$

## 2.2. Réserves énergétiques

Le foie des porcelets B98 a tendance à être plus léger, bien qu'en valeur absolue ces porcelets soient plus lourds. Rapportée au poids de naissance, la différence est significative ( $P < 0,01$ ) (tableau 4). Les teneurs en glycogène hépatique sont plus faibles chez les porcelets B98 ( $P < 0,01$ ). Exprimées par kg de poids de naissance, les réserves de glycogène sont de 31 % plus faibles ( $P < 0,01$ ). Toutefois, l'activité de la glucose-6-phosphatase est semblable dans les deux groupes. Les teneurs en glycogène musculaire sont également semblables dans les deux groupes de porcelets.

**Tableau 4** - Poids du foie et teneurs en glycogène hépatique et musculaire des porcelets B77 et B98

Groupe expérimental	B77	B98	Ecart type de la différence (niveau de signification)
Effectif de porcelets <sup>1</sup>	12	9	
<b>Foie</b>			
Poids (g)	43,5	36,7	3,6 (+)
Poids (g/kg poids naissance)	30,2	24,0	1,4 (**)
Glycogène (%)	15,0	12,6	1,14 (**)
Glycogène (g/kg poids naissance)	4,5	3,1	0,4 (**)
Activité de la G6-Pase ( $\mu$ mol P /min /g)	14,5	16,2	1,6 (NS)
<b>Muscle</b>			
Glycogène (%)	11,4	11,5	1,0 (NS)

<sup>1</sup> Porcelets issus de 9 portées B77 et de 8 portées B98  
Niveaux de signification : NS=non significatif ; +  $P < 0,10$  ; \*\*  $P < 0,01$

## 2.3. Paramètres plasmatiques

Les moyennes des deux TG et les évolutions génétiques en concentrations plasmatiques de métabolites sont présentées dans le tableau 5.

Il existe une différence significative entre les deux types génétiques de porcelets pour les concentrations de glucose et d'albumine, en faveur des nouveau-nés C77 (respectivement  $P < 0,03$  et  $P = 0,05$ ). On constate d'autre part une relation négative entre la taille de portée et la concentration de glucose des nouveau-nés (pente de  $-0,13 \pm 0,05$  mmol/l/nombre de nés totaux ;  $P=0,05$ ). Une relation similaire est observée pour l'albumine (pente de  $-0,24 \pm 0,10$  g/l/nombre de nés totaux ;  $P=0,04$ ). Notons également que la concentration de glucose tend à être négativement corrélée avec le poids de la portée ( $P=0,07$ ).

La sélection pratiquée n'a pas induit de modification de la concentration plasmatique de fructose chez le nouveau-né ( $P=0,18$ ). Notons que celle des porcs nouveau-nés mâles est supérieure à celle des femelles ( $P=0,04$ ). Pour des raisons que nous ignorons, il existe un effet positif du poids sur la fructosémie, significatif dans les deux groupes de porcelets, qui tend à être plus fort chez les porcelets C77 que chez les porcelets C98 (les valeurs des deux pentes diffèrent avec une probabilité de 0,92). La concentration plasmatique d'IGF1 n'a pas évolué du fait de la sélection réalisée. En revanche, le poids de naissance des porcelets influence très fortement leur concentration d'IGF-1 ; cette relation, positive dans les deux groupes, tend à être beaucoup moins marquée chez les porcelets C98 (pente de  $8,25 \pm 3,02$  ng/ml/kg ;  $P=0,07$ ) que chez les porcelets C77 (pente de  $14,9 \pm 2,18$  ng/ml/kg ;  $P < 0,0001$ ) (les valeurs des deux pentes diffèrent avec une probabilité de 0,94). Enfin, les concentrations d'AGNE ne diffèrent pas entre les deux types génétiques malgré une relation négative avec le poids de naissance des porcelets ( $P=0,03$ ).

**Tableau 5** - Moyenne des moindres carrés (MMC  $\pm$  erreur standard) et évolution génétique estimée sur l'ensemble de la période pour les concentrations plasmatiques de métabolites des porcelets C77 et C98

Caractère	effectifs		MMC groupe expérimental		$\Delta G$ $\pm$ es $\Delta G$	Pr >  t  H0 : $\Delta G = 0$
	C77	C98	C77	C98		
Glucose (mmol/l)	73	90	3,71 (0,16)	2,97 (0,25)	-1,48 (0,58)	0,03*
Fructose (mmol/l)	61	88	2,45 (0,11)	2,81 (0,18)	0,72 (0,48)	0,18 (NS)
Albumine (g/l)	75	90	8,90 (0,44)	7,41 (0,44)	-3,16 (1,42)	0,05+
IGF1 (ng/ml)	75	88	13,79 (0,97)	13,68 (1,48)	-0,22 (4,34)	0,96(NS)
AGNE ( $\mu$ mol/l)	72	83	24,17 (1,47)	20,62 (1,69)	-7,08 (5,56)	0,23(NS)

Légende :  $\Delta G$  : Evolution génétique estimée comme le double de l'écart entre les moyennes des moindres carrés  $2*(MMC_{C98} - MMC_{C77}) \pm$  es $\Delta G$  : double de l'erreur standard de cet écart.

Les modèles correspondant comprenaient les effets fixes de TG, bande, sexe du porcelet et l'effet aléatoire de la mère de la portée.

Niveaux de signification : NS= non significatif ; +  $P < 0,10$  ; \*  $P < 0,05$

### 3. DISCUSSION

Même si les résultats concernant la composition corporelle sont estimés à partir d'un nombre réduit d'animaux et doivent être interprétés avec prudence, ils tendent à montrer que l'amélioration génétique de la taille de portée à la naissance et de la croissance musculaire réalisée entre 1977 et 1998 dans la population Large White s'est accompagnée d'une diminution des teneurs en protéines corporelles et musculaires et d'une augmentation du pourcentage de protéines myofibrillaires chez le porc nouveau-né. Le poids de foie et la quantité de réserves hépatiques en glycogène à la naissance ont également diminué au cours du temps. En revanche, la sélection pratiquée au cours des vingt dernières années ne semble pas avoir eu de conséquence sur le potentiel de néoglucogenèse exprimé par l'activité en glucose-6-phosphatase et sur la quantité de lipides corporels à la naissance. Les écarts observés dans cette étude entre porcelets C77 et C98 sont comparables aux écarts observés entre des porcelets d'une lignée composite sélectionnée sur la croissance musculaire et des porcelets Meishan ou Large White (HERPIN et al, 1993).

Un rapport ARN/protéines plus élevé chez les porcelets B98 suggère une capacité de synthèse protéique plus forte chez ces porcelets (ATTAIX et al, 1988). En dépit de cela, le pourcentage de protéines corporelles et musculaires est plus faible que chez les porcelets B77. En d'autres termes, l'effet de la sélection qui se manifeste après la naissance par une croissance musculaire plus élevée des porcelets (TRIBOUT et al, 2004), ne s'exprime pas avant la naissance.

La fibre musculaire du nouveau-né contient peu de myofibrilles (HANDEL et STICKLAND, 1987), n'occupant, selon HERPIN et al (2002) que 32 % du volume de la fibre musculaire du muscle long dorsal. Mais leur nombre augmente rapidement après la naissance (+ 60 % en 5 jours, HERPIN et al, 2002), en relation avec la maturation fonctionnelle du muscle et la stimulation spécifique de la synthèse des protéines myofibrillaires par le colostrum (FIOROTTO et al, 2000). Nos résultats indiquent que les protéines myofibrillaires représentent, selon le groupe de porcelets, 20 à 25 % des protéines totales du muscle. Leur concentration est plus élevée chez les porcelets B98, ce qui indiquerait un effet positif du travail de sélection réalisé entre 1977 et 1998 sur

la maturité du muscle. Toutefois, cette hypothèse s'oppose à la moindre maturité suggérée par les teneurs plus faibles en protéines corporelles et musculaires des porcelets B98.

Selon WISE et al (1991), STONE et CHRISTENSON (1982) et STONE (1984), la concentration plasmatique d'albumine est positivement corrélée avec le poids fœtal à différents stades de gestation et est souvent considérée comme un bon marqueur du développement et de la maturité du fœtus. La plus faible teneur en albumine des porcelets C98 tend donc à montrer leur moindre maturité par rapport aux porcelets C77. Il convient toutefois de signaler que nous ne retrouvons pas dans notre étude la relation positive entre le poids des porcelets à la naissance et les concentrations plasmatiques d'albumine évoquée ci-dessus. Cette absence de relation n'est pas nécessairement surprenante, dans la mesure où elle semble varier en fonction du type génétique : elle a en effet été mise en évidence chez des porcelets de types MS (Meishan) et LW, mais est apparue non significative chez des porcelets issus d'une lignée composite (LC) (HERPIN et al, 1993). Par ailleurs, la teneur en albumine des porcelets varie avec l'adiposité de leur mère. STONE (1984) observe que les porcelets issus de lignées grasses présentent des concentrations plasmatiques plus élevées et une synthèse hépatique d'albumine 2 à 3 fois plus importante que ceux issus de lignées maigres. HERPIN et al (1993) montrent également que les concentrations plasmatiques d'albumine sont plus élevées chez les porcelets issus de lignées grasses MS, intermédiaires chez les porcelets LW et plus faibles chez les porcelets LC. La teneur en albumine plus faible des porcelets C98 pourrait donc être liée à la moindre adiposité des femelles C98. Elle peut toutefois également s'expliquer par une synthèse hépatique moins importante chez les porcelets C98, liée à la taille réduite de leur foie.

La croissance pondérale du fœtus augmente considérablement en fin de gestation. La capture de nutriments par l'utérus gravide dépend à la fois de leur concentration maternelle et du débit sanguin utérin. Parmi ces nutriments, le glucose représente le principal substrat oxydatif du fœtus (PÈRE, 2003). Dans notre étude, nous observons une glycémie plus faible chez les nouveau-nés issus de grandes portées et chez les porcelets C98, qui sont les plus lourds. Il a été montré que la glycémie maternelle était plus faible chez les truies dont la taille et le poids de portée étaient les plus élevés

(PÈRE et al, 1997) et que le débit sanguin utérin augmentait chez la truie avec la taille de la portée, mais moins rapidement que le nombre de fœtus (PÈRE et ETIENNE, 2000). Ainsi, lorsque la taille de la portée augmente, le débit sanguin par fœtus diminue et la croissance fœtale est alors ralentie. La plus faible glycémie des porcelets issus des plus grandes portées et des C98, plus lourds à la naissance, peut ainsi s'expliquer par une limitation du débit utérin et/ou par une diminution de la glycémie maternelle.

La croissance fœtale ou le poids de naissance sont positivement liés au taux d'IGF-1 plasmatique (HAUSSMAN et al, 1991 ; HERPIN et al, 1991 ; WISE et al, 1997). L'absence de différence du taux d'IGF-1 entre porcelets C77 et C98, ces derniers étant pourtant plus lourds, ne corrobore pas cette relation. De tels résultats avaient déjà été observés par HERPIN et al (1991, 1993) sur des porcelets nouveau-nés des populations Large White et Meishan comparés à des porcelets d'une lignée composite pourtant plus lourds à la naissance. Il convient de signaler qu'une relation positive entre teneur en IGF-1 et poids de naissance est observée intra type génétique, avec toutefois une pente beaucoup moins marquée chez les porcelets C98 que chez les C77 (respectivement  $8,25 \pm 3,02$  ng/ml/kg et  $14,9 \pm 2,18$  ng/ml/kg). Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que le foie, site essentiel de la synthèse d'IGF-1 (WISE et al, 1997) chez le fœtus, est aussi plus léger chez les porcelets C98.

Les stocks en glycogène sont utilisés dans les premières heures de vie du porcelet. Le glycogène musculaire est la principale source d'énergie pour la thermorégulation, alors que le glycogène hépatique, d'importance primordiale pour la survie du nouveau-né (PÈRE, 2003), est utilisé à la fois pour la régulation de la glycémie et la thermorégulation. La néoglucogenèse est très faible avant la naissance. Il est remarquable que le travail de sélection réalisé dans la population LW entre 1977 et 1998 se traduise chez le nouveau-né par un poids de foie plus faible et de moindres réserves en glycogène hépatique, mais préserve les capacités de néoglucogenèse. En revanche, on ne note aucun effet sur la quantité de glycogène musculaire. Une glycémie plus faible

à la naissance et de moindres réserves de glycogène hépatique pourraient éventuellement constituer un handicap pour les porcelets B98. En valeur absolue, la différence représente 1,4 g de glycogène / kg. En termes d'énergie cela représente 24 kJ/kg, soit l'équivalent de 13-15g de colostrum/kg, en admettant que seul le lactose soit utilisé par le porcelet : il s'ensuit donc que les porcelets B98 ont un besoin plus urgent de colostrum.

## CONCLUSION

La sélection pratiquée dans la population Large White entre 1977 et 1998 a conduit à des évolutions de la composition corporelle et des réserves énergétiques du porc nouveau-né. Si l'on admet qu'en fin de gestation le taux de protéines corporelles et musculaires (HAKKARAINEN, 1975), le poids du foie et sa teneur en glycogène (PADILIKOVA et JEZKOVA, 1984) et les teneurs plasmatiques en glucose et albumine (RANDALL et L'ECUYER, 1976 ; STONE et CHRISTENSON, 1982) augmentent de manière marquée, alors les différences observées suggèrent que la sélection a induit un retard de maturité chez le nouveau-né. En revanche, la concentration plasmatique d'IGF-1, qui est aussi un marqueur de maturité (GLUCKMAN et al, 1999), ne diffère pas entre les deux types génétiques. En d'autres termes, tous les marqueurs de maturité ne sont pas affectés de la même manière. Par ailleurs, bien que la sélection pratiquée entre 1977 et 1998 dans la population Large White ait conduit à une augmentation de la capacité de synthèse protéique après la naissance (TRIBOUT et al, 2004), cet accroissement n'est pas perceptible à la naissance. Enfin, les résultats suggèrent un besoin accru de colostrum chez les porcelets actuels. En perspective, il sera intéressant d'évaluer l'incidence de la sélection sur les qualités maternelles des truies et leur capacité à produire du colostrum.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les agents de l'unité expérimentale porcine du domaine de Galle pour leur participation à l'expérimentation.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATTAIX D., AUROUSSEAU E., BAYLE G., ROSOLOWSKA-HUSZCZ D., ARNAL M., 1988. *Biochem. J.*, 256, 791-795.
- BAZIN C., TIGER E., TRIBOUT T., BOUFFAUD M., MADIGAND G., BOULARD J., DESCHOOT G., FLEHO J.Y., GUEBLEZ R., MAIGNEL L., BIDANEL J.P., 2003. *Journées Rech. Porcine*, 35, 277-284.
- FIOROTTO M.L., DAVIS T.A., REEDS P.J., BURRIN D.G., 2000. *Pediatr. Res.*, 48, 511-517.
- GLUCKMAN P.D., SIZONENKO S.V., BASSET N.S., 1999. *Acta Paediatr. Suppl.* 428, 7-11.
- HAKKARAINEN J., 1975. *Acta Vet. Scand. (Suppl. 59)*, 1-198.
- HANDEL S.E., STICKLAND N.C., 1987. *J. Anat.*, 150, 129-143.
- HARPER A.E., 1965. In: *Methods of enzymatic analysis*. H.U. Bergmeyer (ed.). Academic Press, New York, London, p 788.
- HAUSSMAN G.J., CAMPION D.R., BUONOMO F.C., 1991. *Growth*, 55, 43-52.
- HERPIN P., LOSSEC G., SCHMIDT I., COHEN-ADAD F., DUCHAMP C., LEFAUCHEUR L., GOGLIA F., LANNI A., 2002. *Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.*, 444, 610-618.
- HERPIN P., LE DIVIDICH J., AMARAL N., 1993. *J. Anim. Sci.*, 71, 2645-2653.
- HERPIN P., LE DIVIDICH J., DUCHAMP C., DAUNCEY J., 1991. *J. Physiol. (London)*, 446, 276P.
- LARBACA C., PAIGEN K., 1980. *Anal. Biochem.*, 102, 344-352.
- LE DIVIDICH J., MORMEDE P., CATHELIN M., CARITEZ J.C., 1991. *Biol. Neonate*, 59, 268-277.
- LOWRY O.H., ROSENBOUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J., 1951. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275.
- MUNRO H.N., FLECK A., 1969. In: *Mammalian Protein Metabolism*. (3), 423-525.
- PADALIKOVA D., JEZKOVA D., 1984. *Acta Vet. Brno*, 53, 19-30.

- PÈRE M.C., 2003. *Reprod. Nutr. Dev.*, 43, 1-15.
- PÈRE M.C., ETIENNE M., 2000. *Reprod. Nutr. Dev.*, 40, 369-382.
- PÈRE M.C., DOURMAD J.Y., ETIENNE M., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 1337-1342.
- RANDALL G.C.B., L'ECUYER C.L., 1976. *Biol. Neonate*, 28, 74-82.
- ROBERT-GRANIE C., HEUDE B., FOULLEY J.L., 2002. *Genet. Sel. Evol.*, 34, 423-445.
- ROBERT-GRANIE C., FOULLEY J.L., 2001. *Actes des XXXIII<sup>e</sup> Journées de Statistique*, 657-660.
- SAS Institute Inc., 1996. *SAS System for Mixed models*, CARY, NC 27513, USA.
- SMITH C., 1977. *Z.Tierzüchtg. Zuchtsbiol.*, 94, 119-127.
- SOLARO R.J., PANG D.C., BRIGGS F.N., 1971. *Biochem. Biophys. Acta*, 245, 259-262.
- STONE R.T., 1984. *Biol. Neonate*, 46, 122-130.
- STONE R.T., CHRISTENSON R. K., 1982. *J. Anim. Sci.*, 55, 818-825.
- TRIBOUT T., CARITEZ J.C., GOGUE J., GRUAND J., BOUFFAUD M., BILLON Y., PERY C., GRIFFON H., BRENOT S., LE TIRAN M.H., BUS-SIERES F., LE ROY P., BIDANEL J.P., 2004. *Journées Rech. Porcine*, 36, 275-282.
- TRIBOUT T., CARITEZ J.C., GOGUE J., GRUAND J., BILLON Y., BOUFFAUD M., LAGANT H., LE DIVIDICH J., THOMAS F., QUESNEL H., GUEBLEZ R., BIDANEL J.P., 2003. *Journées Rech. Porcine*, 35, 285-292.
- WISE T., ROBERTS A.J., CHRISTENSON R.K., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 2197-2207.
- WISE T., STONE R.T., VERNON M.W., 1991. *Biol. Neonate*, 59, 114-119.