

# Influence du poids à l'abattage du porc entre 25 et 140 kg de poids vif sur la composition chimique de la carcasse : effets du génotype et du sexe.

Joan TIBAU (1), Jésus GONZALEZ (1), Joaquim SOLER (1), Marina GISPERT (2),  
Rosil LIZARDO (3), Jacques MOUROT (4)

(1) IRTA - Centre de Control Porcí, 17121 Monells, Espagne

(2) IRTA - Centre de Tecnologia de la Carn, 17121 Monells, Espagne

(3) Fundação Ciência e Tecnologia - Praxis XXI, A. D. Carlos I, 1200 Lisbonne, Portugal

(4) INRA - Unité Mixte de Recherches sur le Veau et Porc, 35590 Saint-Gilles, France

*Avec la collaboration technique de A. Quintana, A. Valero et A. Mounier*

## **Influence du poids à l'abattage du porc entre 25 et 140 kg de poids vif sur la composition chimique de la carcasse: effets du génotype et du sexe.**

L'influence du poids vif (PV), du génotype et du sexe sur les performances de croissance, la qualité des carcasses et la composition en protéines, lipides, eau, cendres et acides gras (AG) de la carcasse est analysée. Cent quatre-vingt deux porcs mâles castrés (mC) et femelles (Fm), croisés Large-White (xLW) ou Piétrain (xPI) sont mis en expérimentation et abattus à 25, 45, 65, 85, 105, 125 et 140 kg PV. Les xLW et les mC consomment plus d'aliment et présentent une croissance supérieure aux xPI et aux Fm, respectivement. En revanche, la qualité des carcasses est meilleure chez les xPI et les Fm que chez les xLW ou les mC, respectivement. Ces résultats se confirment après broyage et analyse des composants chimiques la carcasse. Ainsi les xPI et les Fm contiennent plus de protéines et d'eau que les xLW et les mC, le contraire étant observé pour les lipides. Par ailleurs, la masse des composants augmente avec le PV, chaque composant présentant un rythme de dépôt spécifique. Le dépôt de protéines se développe sous forme quadratique, avec un maximum vers 70 kg de PV tandis que le dépôt de lipides augmente linéairement de 25 à 140 kg de PV. La composition en AG de la carcasse, notamment les acides palmitique, oléique et linoléique est également influencée par les facteurs étudiés. L'information obtenue est essentielle pour la modélisation de la croissance. Elle permettra de déterminer les besoins nutritionnels de chaque type de porc et ainsi de proposer des schémas alimentaires mieux adaptés à une production de qualité et respectueuse de l'environnement.

## **Influence of pig slaughter weight (range 25 to 140 kg) on the chemical composition of the carcass: effect of genotype and sex.**

The influence of liveweight (BW), genotype and sex on pig growth performance, carcass quality at slaughter and carcass chemical composition (protein, lipid, water, ash and fatty acids) was evaluated. One hundred ninety-two castrated males (mC) and females (Fm) from Large-White (xLW) or Piétrain (xPI) crosses were used in the experiment. Pigs were slaughtered at 25, 45, 65, 85, 105, 125 and 140 kg BW and carcasses were minced for chemical analysis. Feed intake and growth rate were affected by genotype (xLW > xPI) and sex (mC > Fm). The opposite was observed for carcass quality (xPI > xLW; Fm > mC). These results were confirmed by analysis of the chemical composition of the carcass. Protein and water content were affected by genotype (xPI > xLW) and sex (Fm > mC), while the lipid content was affected in the opposite sense by genotype (xLW > xPI) and sex (mC > Fm). The weight of the chemical components increased with BW and each had a characteristic development pattern. Protein deposition followed a quadratic function, reaching a maximum at 70 kg BW. Lipid deposition increased linearly from 25 up to 140 kg in the present study. The carcass fatty acid composition, in particular the proportion of palmitic, oleic and linoleic acid were affected by the factors studied. The data obtained is essential for modelling protein and lipid growth. It will also allow the nutrient requirements for different pig types to be determined and should enable feeding programs to be designed to optimise product quality and at the same time be environmentally friendly.

## INTRODUCTION

L'Espagne est le deuxième pays producteur de porcs de l'Union Européenne avec une production annuelle supérieure à 35 millions de porcs charcutiers et qui génère un chiffre d'affaires d'environ 4,5 billions d'euros. Le progrès génétique obtenu ces dernières années et les changements introduits au niveau de l'élevage, notamment de conduite alimentaire, ont amené à l'obtention de porcs très performants en terme de vitesse de croissance, d'efficacité alimentaire et de qualité des carcasses (TIBAU et al., 1997). Néanmoins, ces nouveaux types de porcs ont des besoins nutritionnels accrus qui doivent être comblés dans le contexte de production. L'alimentation représente environ 60% du prix de revient du porc et l'excès et/ou le déséquilibre entre nutriments, notamment de protéines et/ou des acides aminés peuvent contribuer à la pollution par des nitrates, d'où la nécessité de bien

ajuster les apports aux besoins nutritionnels, par la formulation d'aliments bien adaptés à chaque type et période de la vie du porc (DORMAD et HENRY, 1994). La vitesse de croissance, notamment en protéines, est le facteur déterminant de l'estimation des besoins (WHITTEMORE et al., 1988). Ce paramètre couplé avec l'appétit permet de déterminer la ration optimale par rapport au potentiel du porc afin de réduire les coûts de production et les rejets d'azote (DORMAD et al., 1992). Cette vitesse de croissance protéique n'étant pas directement mesurable, il faut donc l'estimer indirectement à l'aide de modèles mathématiques de prédiction (RIVEST et al., 1999). Mais pour les établir, il faut disposer d'un certain nombre d'informations, notamment la composition chimique et la vitesse de croissance des animaux (SCHINCKEL et DE LANGE, 1996). Par ailleurs, la qualité des carcasses est directement liée au pourcentage de maigre (ou muscle) et de gras, et la composition en acides

**Tableau 1** - Composition centésimale et chimique des régimes expérimentaux distribués en période de croissance et finition.

	<b>Croissance</b>	<b>Finition</b>
<b>Composition centésimale, %</b>		
Maïs	32,6	28,5
Orge	10,0	15,0
Blé	10,0	10,0
Son de blé	6,0	10,9
Tourteau de soja 44	24,5	21,0
Graines de soja extrudées	8,0	5,0
Saindoux	4,0	4,0
L-lysine	0,18	0,14
DL-méthionine	0,07	0,05
L-thréonine	0,02	-
Phosphate bicalcique	2,50	2,16
Carbonate de calcium	0,73	0,90
Sel	0,40	0,35
CMV	0,50	0,50
Agglomérant	1,50	1,50
<b>Composition chimique, %</b>		
Matière sèche	89,6	87,3
Cendres	7,8	7,6
Matières azotées	20,0	18,5
Matières grasses	7,2	7,4
Cellulose brute	4,6	4,2
Fibre au détergent neutre	13,4	12,5
Lysine	1,19	1,17
Méthionine + Cystine	0,89	0,83
Thréonine	0,68	0,64
<b>Valeur énergétique, MJ/kg MS</b>		
Energie brute	19,23	18,94
Energie métabolisable (1)	14,29	14,10
Energie nette (1)	10,66	10,55

(1) Les teneurs en énergie métabolisable et nette ont été calculées d'après les équations EM6 et EN26 de NOBLET et al. (1989).

gras (AG) a une forte influence sur les propriétés technologiques, organoleptiques et nutritionnelles de la viande (LEBRET et MOUROT, 1998).

Dans un premier temps, ce travail vise à évaluer la composition en protéines, eau, cendres, lipides et AG, à plusieurs étapes de la croissance de 4 types de porcs couramment utilisés en Espagne. Les données obtenues serviront ensuite à établir des modèles de prédiction de la croissance protéique (musculaire) et lipidique permettant la détermination plus précise des besoins nutritionnels et le développement des régimes alimentaires adéquats pour chaque type de porc.

## 1. MATERIELS ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux et dispositif expérimental

192 porcs mâles castrés (mC) et femelles (Fm) issus du croisement entre femelles hybrides Large White x Landrace et verrats soit Large White (xLW) soit Piétrain (xPI) ont été mis en expérimentation. A cause des problèmes d'aplombs, de santé ou de mauvaise croissance quelques animaux ont été éliminés au cours de l'essai. Les animaux sont logés par sexe

en groupes de 12 animaux (6 par génotype) dans 16 parcs d'un même bâtiment. Chaque parc est équipé de nourrisseurs automatiques (IVOG®, Insentec, Pays-Bas) permettant la distribution de l'aliment à volonté et l'enregistrement de chaque repas effectué par les porcs. Deux régimes adaptés aux périodes de croissance et de finition respectivement (tableau 1) sont formulés de façon à satisfaire les besoins nutritionnels des animaux et permettre l'expression de leur potentiel de croissance protéique maximal. Au début de l'expérience, 24 porcs, soit 6 par traitement génotype et sexe, sont abattus à 68 jours d'âge à un poids vif moyen de 25 kg. Des groupes similaires ayant un minimum de 24 individus sont constitués et abattus à des poids vifs ciblés de 45, 65, 85, 105, 125 et 140 kg. A 105 et 125 kg, des mesures d'épaisseur du gras dorsal et de profondeur du muscle entre les 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> dernières côtes sont prises avec un appareil Fat-O-Meater et le pourcentage de viande maigre est estimé d'après GISPERT et DIESTRE (1994). Toutes les demi-carasses gauches, avec demi-tête mais sans langue, panne et rognon sont enveloppées par du fil plastique pour éviter la déshydratation et congelées à -20°C. Postérieurement, les demi-carasses encore congelées sont découpées en morceaux et broyées. Chaque pièce est successivement broyée

**Tableau 2** - Effet du génotype et du sexe sur la consommation d'aliment, la vitesse de croissance et la qualité des carcasses.

Génotype (1)	xLW		xPI		Statistiques (2)	
	mC	Fm	mC	Fm	ETR	Effets
<b>Sexe (1)</b>						
<b>Performances entre 25 et 65 kg PV</b>						
Poids vif initial, kg	27,4	27,3	27,3	27,3	3,70	ns
Consommation d'aliment, g/d	1648	1471	1611	1480	213,4	S***
Vitesse de croissance, g/d	845	764	843	787	128,5	S**
Indice de consommation	1,96	1,95	1,93	1,89	0,15	G†
Poids vif final, kg	60,9	57,2	60,8	58,2	7,00	S**
<b>Performances entre 65 et 105 kg PV</b>						
Consommation d'aliment, g/d	2553	2070	2443	2034	207,7	S***,G†
Vitesse de croissance, g/d	987	950	997	888	101,0	S***
Indice de consommation	2,40	2,33	2,45	2,40	0,27	S***
Poids vif final, kg	107,8	100,9	108,4	99,9	9,41	S***
<b>Performances entre 105 et 140 kg PV</b>						
Consommation d'aliment, g/d	3004	2629	2862	2516	336,0	S**
Vitesse de croissance, g/d	679	726	698	693	106,4	ns
Indice de consommation	4,44	3,66	4,12	3,67	0,41	S***
Poids vif final, kg	134,7	131,9	140,1	130,8	11,61	ns
<b>Carcasses des porcs abattus à 105 et 125 kg PV</b>						
Epaisseur du gras, mm (3)	21,0	13,6	18,9	12,6	3,41	S***,G†
Profondeur du muscle, mm (3)	56,2	62,0	61,0	65,3	7,53	S*,G*
Taux de viande maigre, % (3)	51,9	59,4	54,6	60,7	3,12	S***, G*

(1) xLW, xPI : porcs issus du croisement entre femelles hybrides Large White x Landrace avec des verrats Large White et Piétrain, respectivement ; mC, Fm : mâles castrés et femelles.

(2) Les valeurs présentées correspondent aux moyennes ajustées ; ETR: écart type résiduel ; \*\*\* : P<0,001 ; \*\* : P<0,01 ; \* : P<0,05 ; † : P<0,10 ; L'interaction GxS n'a été significative que pour la vitesse de croissance entre 65 et 105 kg PV (P<0,10).

(3) Les mesures ont été prises avec le Fat-O-Meater entre la 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> dernières côtes à 6 cm de ligne moyenne de la demi-carresse gauche ; Le taux viande maigre a été estimé d'après GISPERT et DIESTRE (1994).

(au moins 3 fois) avec des tamis de diamètre de plus en plus réduit (jusqu'à 3 mm) et homogénéisée. Finalement, 4 échantillons par demi-carcasse sont récupérés pour de futures analyses de laboratoire.

## 1.2. Analyses de laboratoire et statistiques

Les teneurs en matière sèche, cendres, azote, matières grasses, cellulose brute, fibre au détergent neutre, acides aminés et énergie brute des aliments ainsi que ceux en matière sèche, cendres, azote et matières grasses des carcasses sont analysées suivant la méthodologie de l'AOAC (1990). Les teneurs en énergie métabolisable et nette des aliments sont calculées d'après les équations EM6 et EN26 de NOBLET et al. (1989). Les lipides des carcasses sont extraits à froid (FOLCH et al., 1957) et leur composition en acides gras déterminée par chromatographie en phase gazeuse.

Toutes les données sont analysées statistiquement avec la procédure GLM du logiciel SAS® (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990). Un modèle contenant les effets du génotype (G), du sexe (S) et l'interaction entre le génotype et le sexe (GxS) est utilisé pour les performances de croissance et de consommation d'aliment. Pour les mesures de qualité de la carcasse, le poids vif à l'abattage est ajouté au modèle antérieur en tant que covariable. Les données des contenus en protéines, lipides, eau et cendres, ainsi que la composition en acides gras des carcasses sont évaluées selon un modèle similaire au précédent mais où l'effet du poids vif à l'abattage (PV) et les interactions avec le génotype (PVxG) et le sexe (PVxS) sont également inclus. Le PV est également introduit comme covariable pour prendre en compte la déviation de chaque individu par rapport à la moyenne de son groupe d'abattage. Les données présentées dans les tableaux correspondent aux moyennes ajustées.

## 2. RESULTATS

### 2.1. Performances zootechniques

Le PV initial des animaux est similaire entre tous les traitements mais, que ce soit à la fin des périodes de croissance, de finition ou de l'essai, on observe que les mâles castrés ont un PV plus élevé que les femelles ( $P < 0,01$  ; tableau 2). La consommation d'aliment et la vitesse de croissance des mâles castrés sont supérieures à celles des femelles en croissance et finition ( $P < 0,001$ ) et un effet similaire s'observe pour la consommation d'aliment après 105 kg. Par contre, l'indice de consommation n'est affecté qu'en période de finition et après 105 kg, les femelles présentant un meilleur indice ( $P < 0,001$ ). Quant à l'effet du génotype, il est observé en période de croissance pour les croisés Piétrain qui présentent une tendance à l'amélioration de leur indice de consommation ( $P = 0,09$ ) et en période de finition chez les croisés Large White qui ont tendance à augmenter leur consommation ( $P = 0,10$ ). A l'abattage, un effet très marqué du sexe s'observe sur l'épaisseur du gras dorsal, la profondeur du muscle et le taux de viande maigre, les femelles étant beaucoup moins grasses et plus musclées que les castrés ( $P < 0,001$ ). Le génotype n'affecte que la profondeur du muscle et le taux de viande maigre, les croisés Piétrain ayant plus de muscle et de viande maigre que les croisés Large White ( $P < 0,01$ ).

### 2.2. Composition chimique des carcasses

Les teneurs de tous les composants chimiques de la carcasse augmentent régulièrement avec le PV des animaux ( $P < 0,001$  ; tableau 3). Le génotype et le sexe les affectent également ( $P < 0,001$ ). Ainsi, le contenu en protéines et en eau des croisés Piétrain est presque toujours supérieur à celui

**Tableau 3** - Influence du génotype, du sexe et du groupe de poids vif à l'abattage sur le contenu en masse de protéines, de lipides, d'eau et de cendres de la carcasse des porcs utilisés dans l'expérience.

Génotype (1)	Protéines, kg				Lipides, kg				Eau, kg				Cendres, kg			
	xLW		xPI		xLW		xPI		xLW		xPI		xLW		xPI	
Sexe (1)	mC	Fm	mC	Fm	mC	Fm	mC	Fm	mC	Fm	mC	Fm	mC	Fm	mC	Fm
<b>Poids vif</b>																
25 kg	3,4	3,3	3,4	3,5	2,3	2,2	2,1	2,3	13,6	13,1	13,6	13,7	0,59	0,60	0,58	0,55
45 kg	5,8	6,4	6,5	6,1	4,5	5,1	4,6	3,9	21,0	22,7	23,6	22,6	1,15	1,19	1,23	1,10
65 kg	8,8	9,2	9,3	8,9	7,4	8,0	8,5	6,2	31,5	31,9	32,2	31,8	1,66	1,69	1,66	1,65
85 kg	12,0	12,9	12,0	12,5	12,7	12,4	12,9	10,7	40,0	42,5	39,8	41,3	2,32	2,23	2,17	2,23
105 kg	13,6	16,2	13,7	16,0	21,5	16,0	22,0	15,1	43,8	51,4	44,5	50,7	2,65	3,16	2,52	2,98
125 kg	16,1	17,7	17,5	18,6	27,4	21,6	24,9	21,1	49,9	55,9	54,0	58,9	3,29	3,55	3,31	3,35
140 kg	18,3	19,3	19,0	19,5	32,4	29,8	29,2	26,5	57,2	60,0	59,4	60,3	3,72	3,95	3,82	3,77
<b>Statistiques (1,2)</b>																
ETR	0,63				2,22				1,91				0,21			
Effets	PV***, G***, S***				PV***, G**, S***				PV***, G***, S***				PV***, S*			
	PVxG*, PVxS**				PVxS***				PVxG*, PVxS***				-			

(1) Pour la signification des symboles utilisés, voir le bas du tableau 2.

(2) PV, PVxG, PVxS : effet du poids vif à l'abattage et interactions entre le poids vif et le génotype ou le sexe, respectivement.

**Tableau 4** - Influence du génotype, du sexe et du groupe de poids à l'abattage sur la composition en acides gras (AG) de la carcasse des porcs.

	Groupe de poids vif à l'abattage							Génotype (1)		Sexe (1)		Statistiques (1,2)	
	25 kg	45 kg	65 kg	85 kg	105 kg	125 kg	140 kg	xLW	xPI	mC	Fm	ETR	Effets
<b>AG saturés, %</b>	38,3	36,9	34,6	33,7	34,2	34,5	35,1	35,8	34,8	35,7	34,9	2,03	PV***,G**,S*
Myristique (C14:0)	1,46	1,45	1,38	1,25	1,26	1,29	1,31	1,33	1,36	1,36	1,32	0,11	PV***,S†
Palmitique (C16:0)	25,0	24,0	22,6	22,1	22,0	22,3	22,6	23,2	22,8	23,1	22,8	1,29	PV***,G**,S*
Stéarique (C18:0)	11,6	11,0	10,5	10,1	10,6	10,7	11,1	11,1	10,6	11,0	10,7	1,00	PV*,G***
Arachidique (C20:0)	0,11	0,28	0,17	0,15	0,18	0,12	0,05	0,19	0,11	0,19	0,12	0,08	PV***
<b>AG monoinsaturés, %</b>	40,8	42,0	41,5	42,2	42,6	42,7	43,1	42,1	42,1	42,3	41,9	1,49	PV***,S*
Palmitoléique (C16:1)	3,31	2,95	2,36	2,21	2,09	2,02	2,06	2,36	2,50	2,46	2,39	0,25	PV***
Oléique (C18:1)	36,6	38,2	28,2	38,9	39,6	39,9	40,4	38,9	38,8	39,0	38,7	1,46	PV**,S*
Eicosénoïque (C20:1)	0,86	0,86	0,94	0,96	0,88	0,78	0,53	0,84	0,82	0,84	0,82	0,32	PV***
<b>AG polyinsaturés, %</b>	20,9	21,1	23,9	24,2	23,2	22,8	21,8	22,1	23,0	22,0	23,2	1,92	PV***,G***,S***
Linoléique (C18:2)	18,0	18,2	20,3	20,7	19,9	19,6	18,6	18,9	19,8	18,8	19,8	1,69	PV***,G***,S***
Linoléique (C18:3)	1,34	1,31	1,51	1,56	1,54	1,52	1,40	1,40	1,51	1,41	1,50	0,15	PV***,G***,S***
Eicosadiénoïque (C20:2)	0,53	0,81	0,83	0,89	0,92	0,90	0,94	0,86	0,80	0,85	0,82	0,20	PV***,G†
Eicosatriénoïque (C20:3)	0,17	0,10	0,20	0,17	0,15	0,14	0,18	0,17	0,15	0,13	0,18	0,07	PV**
Arachidonique (C20:4)	0,83	0,73	0,93	0,78	0,66	0,63	0,61	0,72	0,75	0,72	0,76	0,19	PV***,S*

(1) Pour la signification des symboles utilisés, voir le bas des tableaux 2 et 3.

(2) Les interactions PVxG et GxS n'ont été significatives pour aucune des variables, par contre, l'interaction PVxS l'a été pour les acides stéarique, linoléique, linoléique, eicosadiénoïque, eicosatriénoïque, saturés et polyinsaturés.

des croisés Large White. Néanmoins, une interaction PVxG significative est aussi observée. Les femelles contiennent également plus de protéines et d'eau que les castrés malgré l'interaction PVxS significative ( $P < 0,01$ ). Des effets inverses aux précédents s'observent pour le contenu en lipides, les croisés Large White étant plus gras que les croisés Piétrain ainsi que les mâles castrés par rapport aux femelles, surtout aux PV les plus élevés. Une interaction PVxS significative s'observe également. Les contenus en cendres ne sont influencés que par le sexe, les femelles ayant une teneur plus élevée que les castrés ( $P < 0,05$ ).

### 2.3. Composition en acides gras de la carcasse

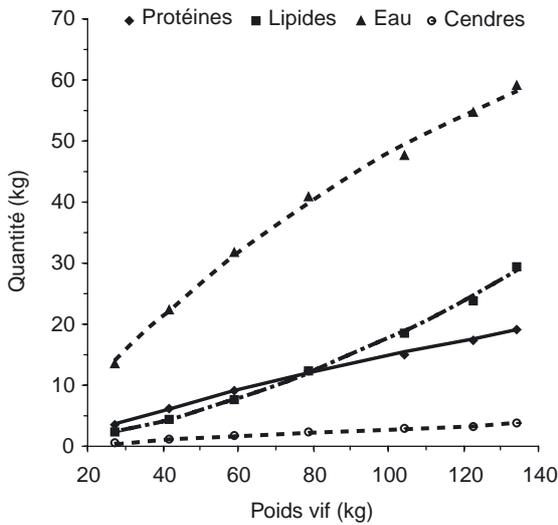
Le PV à l'abattage a une influence très significative sur la composition en acides gras de la carcasse ( $P < 0,001$ ; tableau 4). Les AG saturés, l'acide palmitique en particulier, diminuent avec l'augmentation du PV. Par contre, la composition en monoinsaturés, plus particulièrement l'acide oléique, augmente même si l'acide palmitoléique diminue. Quant aux AG polyinsaturés, ils augmentent dans un premier temps jusqu'à 85 kg PV puis ils diminuent. L'évolution de la teneur en acide stéarique est peu variable en fonction du PV. Le génotype influence également la composition en AG saturés et polyinsaturés ( $P < 0,01$ ). Par rapport aux croisés Piétrain, les croisés Large White présentent des teneurs en acides palmitique et stéarique plus élevées et des teneurs inférieures en acides linoléique et linoléique. Le sexe affecte également la composition en AG saturés, monoinsaturés ( $P < 0,05$ ) et poly-

insaturés ( $P < 0,01$ ), les mâles castrés présentant une teneur plus élevée en acides palmitique et oléique et plus faible en acides linoléique et linoléique. L'interaction PVxS est significative pour les AG saturés et polyinsaturés, en particulier pour les acides stéarique, linoléique et linoléique ( $P < 0,01$ ).

### 3. DISCUSSION

L'appétit et la capacité d'ingestion augmentent avec l'âge et/ou le PV jusqu'à la maturité (EMMANS et KYRIAZAKIS, 1989). Les porcs étant nourris à volonté, l'augmentation de la consommation a pour conséquence, un accroissement de la vitesse de croissance jusqu'à 105 kg. Au-delà de ce PV, ceci ne s'observe pas, très probablement en raison d'une baisse du potentiel de dépôt protéique pénalisant l'indice de consommation. Contrairement à ce qui est normalement observé chez les porcs de race pure (TIBAU et al., 1997), le génotype des terminaux a un effet très réduit sur les performances de croissance en accord avec les observations de AUBRY et al. (2000) sur l'effet du gène de l'halothane. Il conviendra néanmoins de remarquer, la tendance à la baisse de la consommation des croisés Piétrain observée en finition, ce qui est tout à fait révélateur du moindre appétit de ce type d'animaux (LABROUE et al., 1995). Les différences de performances observées entre sexes jusqu'à 105 kg PV sont tout à fait en accord avec des observations classiques (GUEBLEZ et al., 1995 ; AUBRY et al., 2000). Les mesures d'épaisseur du gras et de la profondeur du muscle montrent très nettement que les femelles sont moins grasses induisant

**Figure 1** - Evolution de la quantité de protéines, de lipides, d'eau et de cendres des carcasses chez le porc entre 25 et 140 kg de poids vif



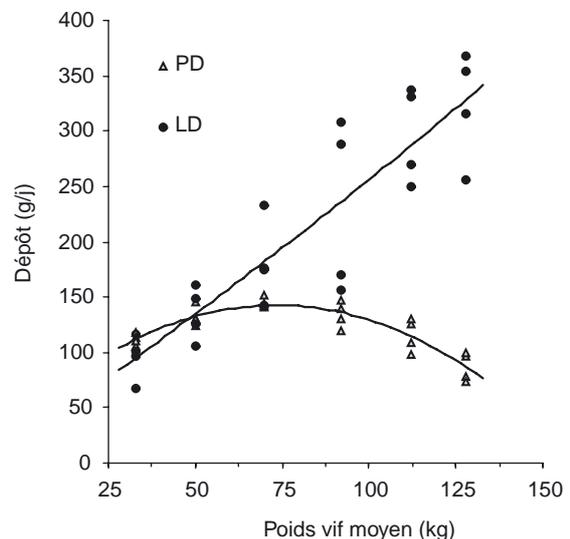
certainement un poids de longe supérieur à celui des porcs castrés. En raison d'une moindre aptitude des porcs castrés à déposer des protéines (WAGNER et al., 1999) et dans les conditions d'alimentation à volonté, ce résultat ne pouvait qu'être attendu. Le taux de viande maigre confirme les observations antérieures mais il conviendra de remarquer la très forte pénalisation subie par les castrés. Par ailleurs, les croisés Piétrain montrent un meilleur développement musculaire que les croisés Large White (AUBRY et al., 2000) mais l'épaisseur du gras n'est pas affectée très probablement à cause du moindre appétit (LABROUE et al., 1995) et qui se confirme par la diminution de la consommation à partir de 65 kg PV.

L'évolution de la composition chimique de la carcasse est le reflet de l'influence de l'âge et/ou du poids vif sur le développement de ses composants majeurs (SHIELDS et al., 1983; KAREGE, 1991). Si le tissu adipeux se développe très tardivement relativement au poids du porc, la masse de lipides augmentera proportionnellement plus en fin de croissance tandis que celles des protéines et de l'eau auront plutôt tendance à ralentir pendant la même période (WAGNER et al. 1999). Effectivement, l'évolution de la masse des composants chimiques laisse supposer ce développement différencié (figure 1) en accord avec SHIELDS et al. (1983). Par ailleurs, il existe très peu de différences intra-composant aux poids vifs inférieurs, néanmoins, à partir de 85 kg elles sont très marquées, notamment entre sexes pour la masse des lipides (KAREGE, 1991). En d'autres termes, il est également possible d'observer que le pourcentage de protéines augmente de 17,1% à 25 kg PV jusqu'à 18,2% à 85 kg PV et décroît ensuite. Les lipides passent de 11,2% à 25,4%, les cendres de 2,9 à 3,4% et finalement l'eau diminue de 68,5 à 53,1% entre 25 et 140 kg PV. Ces changements de composition peuvent être mis en relation avec les résultats de vitesse de croissance. Le dépôt d'un gramme de protéines entraîne celui d'environ 4 grammes d'eau (MOUGHAN et al., 1990), les lipides, moins denses que les protéines, feraient baisser proportionnellement le gain de poids en finition et jusqu'à la fin de l'expérience. Le contraire serait

observé en période de croissance jusqu'à 65 kg PV. Par ailleurs, on observe que le dépôt de protéines aurait une allure quadratique et que le point maximum s'obtiendrait vers 70 kg PV (figure 2). D'autres études de la littérature suggèrent également que le tissu musculaire et donc les protéines atteignent un point de dépôt maximal entre 50 et 75 kg PV (WHITTEMORE et al., 1988; MOUGHAN et al., 1990) et qui serait dépendant du génotype et du sexe de l'animal (KAREGE, 1991; VAN LUNEN et COLE, 1998). A partir des données de la masse protéique, ces effets peuvent être effectivement supposés. Le dépôt de lipides augmente avec le poids vif mais aurait plutôt une allure linéaire et une allométrie positive, en accord avec ce qui s'observe sur les principaux tissus adipeux (KAREGE, 1991; KOUBA et al., 1999). En outre, les conditions de réalisation de l'expérience influencent ce résultat car les animaux sont toujours nourris à volonté avec des régimes très riches en nutriments, énergie en particulier. Le dépôt maximum de protéines étant atteint, beaucoup plus d'énergie serait en effet disponible pour la synthèse de lipides (QUINIOU et al., 1996), les animaux continuant d'augmenter leur consommation d'aliment. Le dépôt d'eau suit le dépôt de protéines et celui des cendres est relativement constant le long de l'expérience (KAREGE, 1991; MOUGHAN et al., 1990). Ces données sur la composition chimique du porc sont encore partielles car les résultats des viscères ne sont pas encore disponibles. Néanmoins, la carcasse représente la partie plus valorisée de l'animal et les données obtenues donnent déjà des informations précieuses pour pouvoir modéliser la croissance et établir les besoins nutritionnels à chaque phase de celle-ci.

La composition en AG des tissus adipeux du porc est directement influencée par des facteurs comme l'âge, le PV, le génotype, le sexe ou l'adiposité de l'animal et surtout par son alimentation (HENRY, 1972). La synthèse *de novo* chez le porc représente plus de 80% des lipides déposés, ce phé-

**Figure 2** - Dépôt de protéines et lipides (g/l) dans la carcasse des porcs entre 25 et 140 kg de poids vif (les points et les courbes correspondent aux valeurs moyennes des 4 types de porcs utilisés)



nomène influence donc la quantité des dépôts adipeux et donc l'adiposité globale de la carcasse. Même si un maximum d'activité de synthèse des AG s'observe entre 50 et 70 kg, elle reste importante après ce stade physiologique et les lipides continuent de se stocker dans les adipocytes (MOUROT et al., 1995). Les lipides alimentaires et leur composition en AG, la concentration énergétique des régimes ainsi que le niveau alimentaire auront des effets déterminants pour la qualité des tissus adipeux du porc (LEBRET ET MOUROT, 1998). Si les données sont très nombreuses pour un site anatomique particulier, très peu d'études peuvent être retrouvées dans la littérature (FLANZY et al., 1970) sur l'influence de ces facteurs sur la composition en AG de l'animal ou de la carcasse entière. Le poids vif influence la composition en acides gras, mais ceci est une conséquence de l'augmentation de l'âge et de l'adiposité observée (CAMARA et al., 1994). L'effet particulier de l'acide linoléique en période de croissance doit être mis en relation avec son contenu dans les régimes utilisés (15 g/kg) et la quantité stockée dans les adipocytes (MOUROT et al., 1995). Avec l'augmentation de la synthèse *de novo* en finition, le contenu en acide linoléique deviendrait alors moins important par des effets de dilution parmi les autres acides gras. Les effets du génotype et du sexe sont tout à fait cohérents avec ceux observés sur des tissus adipeux (GIRARD et al., 1988, GUEBLEZ et al., 1993). Finalement, les résultats obtenus sont très importants et doivent permettre l'élaboration d'études de bilan de

dépôt des AG alimentaires et d'estimation de la synthèse *de novo* à partir des précurseurs non-lipidiques.

## CONCLUSION

Les résultats présentés sont encore préliminaires et visent à déterminer le potentiel de croissance des types de porcs les plus utilisés en élevage porcin en Espagne. Cette information s'avère déterminante pour établir des modèles mathématiques de prédiction des besoins ou de l'évolution des critères de qualité dont l'industrie est demandeur. Elle permettra de mieux connaître les besoins en nutriments et de formuler des régimes alimentaires mieux adaptés à chaque type de porc et phase de vie, pour réduire les coûts de production et les rejets azotés. Même si des données sont disponibles au niveau de certains métabolismes ou de tissus, il manque encore de nombreuses informations au niveau de l'animal entier. En attendant de pouvoir disposer de méthodes de mesures *in vivo* en routine, il faut donc poursuivre cette approche au niveau des carcasses.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'*Instituto Nacional de Investigación Agraria du Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación* (Espagne) par le soutien financier au projet (INIA SC98-052) et l'attribution d'une bourse de recherches à J. Gonzalez.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> Ed., AOAC, Washington DC, 1230p.
- AUBRY A., LIGONESCHE B., GUEBLEZ R., GAUDRE D., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 361-367.
- CAMARA M., MOUROT J., CHEROT P., MOUNIER A., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 163-168.
- DOURMAD J.Y., GUILLOU D., NOBLET J., 1992. Livest. Prod. Sci., 31, 95-107.
- DOURMAD J.Y., HENRY Y., 1994. INRA Prod. Anim., 7, 263-274.
- EMMANS G.C., KYRIAZAKIS I., 1989. In : "The voluntary feed intake of pigs", FORBES J.M., VARLEY M.A., LAWRENCE T.L.J. (Eds.), BSAS Occasional Publication 13, 110p.
- FLANZY J., FRANÇOIS A.C., RÉRAT A., 1970. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 10, 603-620.
- FOLCH J., LEE M., SLOANE STANLEY G. H., 1957. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. Journées Rech. Porcine en France 20, 255-278.
- GISPERT M., DIESTRE A., 1994. Techni-Porc, 17, 29-32.
- GUEBLEZ R., SELLIER P., RUNAVOT J.P., 1993. Journées Rech. Porcine en France 25, 23-28.
- GUEBLEZ R., PABOEUF F., SELLIER P. et al. 1995. Journées Rech. Porcine en France 27, 155-164.
- HENRY Y., 1972. Rev. Française des Corps Gras, 19, 367-376.
- KAREGE C., 1991. Influence de l'âge et du sexe sur l'utilisation de l'énergie et de la composition corporelle, chez le porc en croissance. Thèse de Doctorat; Université de Montpellier II, 254p.
- KOUBA M., BONNEAU M., NOBLET J., 1999. J. Anim. Sci., 77, 622-629.
- LABROUE F., GUEBLEZ R., MARION M., SELLIER P., 1995. Journées Rech. Porcine en France 27, 175-181.
- LEBRET B., MOUROT J., 1998. INRA Prod. Anim., 11, 131-143.
- MOUGHAN P.J., SMITH W.C., STEVENS E.V.J., 1990. New Zealand J. Agric. Res., 33, 77-84.
- MOUROT J., KOUBA M., PEINIAU P., 1995. Comp. Biochem. Physiol. 111, 379-384.
- NOBLET J., FORTUNE H., DUBOIS S., HENRY Y., 1989. Nouvelles méthodes d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc. INRA ed., Paris, 106p.
- QUINIQUO N., NOBLET J., DOURMAD J.Y., 1996. Anim. Sci., 63, 277-288.
- RIVEST J., POMAR C., FILLION R., PETTIGREW D., 1999. 20<sup>ème</sup> Colloque Prod. Porcine du Conseil des Prod. Anim. du Québec, 13p.
- SCHINCKEL A.P., De LANGE C.F.M., 1996. J. Anim. Sci., 74, 2021-2036.
- SHIELDS R.G., MAHAN D.C., GRAHAM P.L., 1983. J. Anim. Sci., 57, 43.54.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990. User's guide : statistics. Version 6. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.
- TIBAU J., PUIGVERT X., SOLER J., TRILLA N., DIESTRE A., GISPERT M., FERNANDEZ J., MANTECA X., 1997. Anaporc, 171, 74-91.
- VAN LUNEN T.A., COLE D.J.A., 1998. Anim. Sci., 67, 107-116.
- WAGNER J.R., SHINCKEL A.P., CHEN W., FORREST J.C., COE B.L., 1999. J. Anim. Sci., 77, 1442-1446.
- WHITTEMORE C.T., TULLIS J.B., EMMANS G.C., 1988. Anim. Prod., 46, 437-445.