

COMPARAISON DE PORCS DUROC ET LARGE WHITE POUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DU GRAS DE BARDIÈRE ET DU MUSCLE LONG DORSAL

Josiane BOUT (1), J.P. GIRARD (2), P. SELLIER (3), J.P. RUNAVOT (1)

(1) I.T.P., Pôle Amélioration de l'Animal, BP3, 35650 LE RHEU.

(2) I.N.R.A., Station de Recherches sur la Viande, Theix, 63122 CEYRAT.

(3) I.N.R.A., Station de Génétique quantitative et appliquée, 78350 JOUY-EN-JOSAS.

*avec la collaboration de M. RENAULT (I.T.P. Le Deschaux), Y. HOUIX (I.T. P.Le Transloy),
Dominique SALORT (I.N.R.A. Theix), Geneviève LE HENAFF et Sylvie NUGIER (I.N.R.A. Jouy-en-Josas).*

Des porcs Duroc (D) et Large White (LW) ont été comparés pour les teneurs en eau, en lipides et en tissu conjonctif de la bardière et la composition en acides gras des lipides de la bardière, ainsi que pour les teneurs en eau et en lipides et la composition en acides gras des lipides totaux du muscle Long dorsal (LD). Les données ont été recueillies sur 38 porcs Duroc et 31 porcs Large White contrôlés en station publique. Les animaux ont été nourris à volonté avec des aliments à base de blé, d'orge et de tourteau de soja et ont été abattus à un poids vif voisin de 100 kg. Les échantillons de gras dorsal (couches interne et externe) et de muscle LD ont été prélevés au niveau des 13-14^{èmes} côtes. Les porcs D ont présenté un gain moyen quotidien plus faible (-90 ± 22 g), un indice de consommation plus élevé ($+0,31 \pm 0,05$ kg), une plus forte teneur en muscle et une réflectance de la viande plus élevée ($+64 \pm 26$) que les porcs LW. Les différences raciales ont été trouvées significatives au seuil de 1 % pour plusieurs caractéristiques de la bardière : la bardière des porcs D avait une plus forte teneur en tissu conjonctif ($+3,1 \pm 0,7\%$), une moindre teneur en lipides ($-3,0 \pm 0,9\%$) ; ces lipides contenant moins d'acides gras saturés ($-2,0 \pm 0,5\%$) et plus d'acides gras monoinsaturés ($+1,9 \pm 0,5\%$). Le muscle LD des porcs D a présenté une teneur en lipides plus élevée (2,44 contre 1,26 %) et une moindre teneur en eau (73,5 contre 74,3 %) que celui des porcs LW (différence significative au seuil de 1 % pour les deux caractères). Les lipides intramusculaires contenaient plus d'acides gras monoinsaturés ($+4,1 \pm 0,8\%$) et moins d'acides gras polyinsaturés ($-5,1 \pm 1,0\%$) chez les porcs D, comparés aux porcs LW : ceci reflète probablement la plus forte valeur du rapport lipides neutres / lipides polaires pour les lipides totaux du muscle LD des porcs D.

A comparison of Duroc and Large White pigs for compositional traits of backfat and *Longissimus dorsi* muscle.

Differences between Duroc (D) and Large White (LW) pigs were evaluated in water, lipid and connective tissue contents of backfat and fatty acid composition of backfat lipids, as well as in water and lipid contents and fatty acid composition of total lipids of the *Longissimus dorsi* (LD) muscle. Data were collected on centrally-tested pigs (38 D and 31 LW), fed ad libitum with wheat/barley/soya diets and slaughtered at around 100 kg liveweight. Samples of backfat (both inner and outer layers) and LD muscle were taken at the 13-14th rib level. Duroc pigs exhibited lower average daily gain (-90 ± 22 g), higher food conversion ratio ($+0.31 \pm 0.05$ kg feed/kg gain), higher lean percentage ($\pm 1.7 \pm 0.7\%$) and higher reflectance of meat ($+64 \pm 26$) than LW pigs. Breed differences were found to be significant at the $P < 0.01$ level in several backfat traits : backfat from D pigs showed higher content in connective tissue ($+3.1 \pm 0.7\%$) and lower content in lipids ($-3.0 \pm 0.9\%$), with those lipids containing less saturated fatty acids ($-2.0 \pm 0.5\%$) and more monounsaturated fatty acids ($+1.9 \pm 0.5\%$). The LD muscle from D pigs presented higher lipid content (2.44 vs 1.26 %) and lower water content (73.5 vs 74.3 %) than that from LW pigs ($P < 0.01$ for both traits). Intramuscular lipids contained more monounsaturated fatty acids ($+4.1 \pm 0.8\%$) and less polyunsaturated fatty acids ($-5.1 \pm 1.0\%$) in D than in LW pigs, which is likely to reflect the higher ration of neutral over polar lipids in total lipids of LD muscle from D pigs.

INTRODUCTION

En 1986, l'ITP, avec la collaboration de l'INRA, a entrepris un programme d'études sur la variabilité génétique de la composition chimique des gras de dépôt d'une part, du taux des lipides intramusculaires et de la composition en acides gras de ces lipides d'autre part. Ce programme a comporté 2 volets :

- une analyse de la variabilité génétique intra race destinée à établir les paramètres génétiques des caractéristiques des gras de dépôt et du gras intramusculaire (héritabilités, corrélations génétiques et phénotypiques) dont les principaux résultats sont présentés par BOUT et al. (1990) à ces mêmes Journées de la Recherche Porcine ;
- une analyse de la variabilité entre races pour ces mêmes caractéristiques. Une première comparaison a porté sur les races Large White, Landrace Français, Landrace Belge et Piétrain dont les résultats ont été présentés par BOUT et al. (1988, 1989a et b). Une seconde, qui fait l'objet du présent rapport, concerne les races Duroc et Large White.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette comparaison s'est déroulée dans les stations de contrôle de la descendance selon les protocoles habituels en vigueur dans ces stations. Le dispositif de la comparaison est indiqué au tableau 1. L'échantillon de 31 porcs Large White est issu de 15 pères et 23 mères, et celui de 38 porcs Duroc de 6 pères et 12 mères. Les porcs Large White proviennent de 13 élevages de sélection alors que les porcs Duroc proviennent du seul élevage de sélection existant actuellement en France.

TABLEAU 1
DISPOSITIF DE LA COMPARAISON

N° bande ⁽¹⁾	Sexe	Nombre de porcs	
		Large White	Duroc
88/85/26	Femelles	6	8
99/86/18	Mâles castrés	8	14
88/87/02	Males castrés	17	16
TOTAL		31	38

(1) station/année/quinzaine d'entrée

Les porcs ont été nourris à volonté de 35 à 100 kg avec un aliment à base de céréales et de soja. Le lendemain de l'abattage, qui a lieu à 100 kg de poids vif, les carcasses sont soumises à la découpe parisienne normalisée et les mesures habituelles de qualité de la viande sont effectuées.

Préalablement à la découpe, une section transversale de l'ensemble longe-bardière est effectuée sur la carcasse froide, au niveau des 13^{ème} - 14^{ème} côtes, d'une épaisseur suffisante pour obtenir au minimum 100 g de gras sous-cutané et 100 g de muscle pour les analyses chimiques. La séparation entre les fractions «grasse» et «maigre» est effectuée juste avant leur analyse. Dans l'attente, les prélèvements sont stockés à

-20°C. Les analyses des gras de bardière concernent à la fois la couche interne et externe.

La teneur en lipides de la bardière et du muscle Long dorsal a été mesurée selon la méthode d'ARNETH (1972). Les teneurs en eau de ces deux tissus ont été déterminées par un étuvage de 10 g de tissu à 105°C pendant 2 heures pour le tissu gras et 5 g de broyat pendant 24 h pour le muscle. La composition en acide gras des lipides de la bardière et du muscle Long dorsal a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques d'acides gras sur un matériel DELSI 400 muni d'un détecteur à ionisation de flamme et associé à un intégrateur numérique qui permet de quantifier les différents acides gras. Le détail des méthodes d'extraction des lipides, de préparation des esters méthyliques et de chromatographie a été exposé par BOUT et al. (1988).

Les moyennes de chaque race ont été estimées par la méthode des moindres carrés appliquée à un modèle incluant les effets de la race (2 niveaux) et de la bande de contrôle (3 niveaux) et la régression linéaire sur le poids vif d'abattage (ou le poids de début de contrôle pour le gain moyen quotidien et l'indice de consommation). Pour les cinq caractères de qualité de la viande, le modèle d'analyse incluait en outre l'effet de la date d'abattage intra bande de contrôle.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances de production

Elles sont rapportées au tableau 2. Les porcs Duroc obtiennent des performances de croissance inférieures aux porcs Large White : - 90 g pour le gain moyen quotidien et + 0,31 point pour l'indice de consommation. Par contre, ils présentent un avantage pour la teneur en muscle estimée (+ 1,7 %) et se distinguent par une carcasse plus courte (- 22 mm). La viande des porcs Duroc se caractérise par une réflectance significativement plus élevée et un pH ultime qui tend à être plus faible.

Nos résultats sont assez cohérents avec les évaluations de la race Duroc réalisées en France ces dernières années (Anonyme 1986, 1988a) à la différence près que les écarts avec la race Large White étaient de moindre amplitude pour la vitesse de croissance (environ - 50 g/j) et pour la teneur en muscle estimée. Ces résultats sont aussi en accord avec les références danoises (Anonyme, 1988b) pour les performances d'engraissement qui placent le Duroc en deçà du Yorkshire (respectivement + 0,2 pt et - 40 g/j pour l'indice de consommation et le gain moyen quotidien) ; en revanche le Yorkshire danois devance le Duroc pour la teneur en muscle estimée (+ 2 %). En matière de critères de qualité technologique de la viande, les résultats des comparaisons entre le Duroc et le Large White (en race pure ou en tant que lignée mâle) ne sont pas parfaitement concordants. La tendance générale va toutefois dans le sens d'un pH ultime plus bas et d'une réflectance plus élevée de la viande chez les porcs Duroc ou croisés Duroc (SMITH et PEARSON, 1986 et 1987 ; Anonyme 1986, 1988a ; BARTON-GADE, 1987 ; McGLOUGHLIN et al., 1988). Pour le pouvoir de rétention d'eau de la viande (temps d'imbibition ou perte d'exsudat), un avantage du Large White sur le Duroc est trouvé dans certaines études (SMITH et PEARSON, 1986 et 1987 ; Anonyme, 1986) alors que les différences trouvées ici ou dans d'autres études sont non significatives (McGLOUGHLIN et al., 1988 ; Anonyme, 1988).

TABLEAU 2
COMPARAISON D'ANIMAUX DUROC ET LARGE WHITE
POUR LES CARACTÈRES DE CROISSANCE, DE COMPOSITION CORPORELLE ET DE QUALITÉ DE LA VIANDE

Caractère	Large White (LW)	Duroc (D)	D - LW ⁽¹⁾ (± erreur standard)	Ecart-type résiduel
GMQ (g/j)	953	863	- 90 ± 22 **	87
IC (point)	2,96	3,27	0,31 ± 0,05 **	0,21
Age d'abattage (j)	154	171	17 ± 2 **	9
Rendement avec tête (%)	79,0	79,5	0,5 ± 0,3	1,3
Poids de jambon long (kg)	8,52	9,30	0,78 ± 0,07 **	0,28
longe «	11,94	11,73	- 0,21 ± 0,11 \$	0,44
bardière «	4,46	4,00	- 0,46 ± 0,17 **	0,69
panne «	0,64	0,63	- 0,01 ± 0,04	0,15
poitrine «	3,84	3,94	0,10 ± 0,06	0,26
Longueur (mm)	995	973	- 22 ± 5 **	21
Lard $\frac{\text{rein} + \text{dos}}{2}$ (mm)	20,8	20,0	- 0,8 ± 0,9	3,8
% muscle estimé	51,8	53,5	1,7 ± 0,7 *	2,7
% gras estimé	26,8	25,1	- 1,7 ± 0,8 *	3,3
Note de qualité de la viande	14,2	14,0	- 0,2 ± 0,6	2,2
Rétention d'eau	10,7	11,3	0,6 ± 1,4	4,8
Réfectance	579	643	64 ± 26 *	87
pH ultime	5,91	5,82	- 0,09 ± 0,06	0,22
Rendement technologique estimé par IQV (%)	85,1	84,1	- 1,0 ± 0,6 \$	1,9

(1) \$: P < 0.10 ; * : P < 0.05 ; ** : P < 0.01

2.2. Composition chimique du gras de bardière

TABLEAU 3
COMPARAISON D'ANIMAUX DUROC ET LARGE WHITE POUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DU GRAS DE BARDIÈRE.

	Large White (LW)	Duroc (D)	D - LW ⁽¹⁾ (± erreur standard)	Ecart-type résiduel
Composition chimique				
% lipides	87,1	84,1	- 3,0 ± 0,9 **	3,4
% eau	10,2	10,2	0,0 ± 0,5	2,0
% conjonctif	2,6	5,7	3,1 ± 0,7 **	2,6
Composition en acides gras des lipides (%)				
C14:0	1,27	1,29	0,02 ± 0,03	0,13
C16:0	24,92	24,26	- 0,66 ± 0,25 *	1,03
C18:0	15,32	14,00	- 1,32 ± 0,33 **	1,36
C16:1	2,96	2,95	- 0,01 ± 0,11	0,46
C18:1	44,08	46,05	1,97 ± 0,38 **	1,54
C20:1	0,71	0,72	0,01 ± 0,07	0,29
C18:2	8,85	8,58	- 0,27 ± 0,23	0,94
C18:3	0,59	0,57	- 0,02 ± 0,03	0,13
C20:2	0,40	0,67	0,27 ± 0,05 **	0,22
% saturés	42,1	40,1	- 2,0 ± 0,5 **	2,2
% monoinsaturés	48,0	49,9	1,9 ± 0,5 **	1,9
% polyinsaturés	9,9	9,9	0,0 ± 0,3	1,1
Coeff. d'insaturation (2)	1,183	1,178	-0,005 ± 0,005	0,019
Coeff. de longueur de chaîne (3)	17,40	17,43	0,03 ± 0,01 **	0,03
Rapport polyinsaturés/saturés (P/S)	0,236	0,248	0,012 ± 0,009	0,035

(1) * : P < 0,05 ; ** : P < 0,01

(2) coefficient d'insaturation = $\frac{\sum_i p_i n_i}{\sum_{i=1}^n p_i n_i}$ où p_i est le pourcentage de l'acide gras insaturé i et n_i le nombre de doubles liaisons de cet acide gras.

(3) coefficient de longueur de chaîne = $\frac{\sum_i p_i c_i}{\sum_{i=1}^n p_i c_i}$ où p_i et c_i sont respectivement le pourcentage et le nombre d'atomes de carbone de chaque acide gras.

Les résultats sont rapportés au tableau 3. La différence majeure est une teneur en lipides plus faible de 3 % chez le Duroc qui est compensée par une assise protéique plus abondante (5,7 % contre 2,6 % chez le Large White). Une moindre teneur en lipides du gras dorsal a été trouvée chez des croisés Duroc, comparés à des croisés Yorkshire danois par BARTON-GADE (1987). Par contre, les différences dans la composition en acides gras des lipides de la bardière sont plutôt modérées. Le point le plus marquant est une teneur légèrement plus faible en acide stéarique (C18:0) chez le Duroc (- 1,3 %), qui est à l'origine de la moindre teneur en acides gras saturés (- 2 %). Cependant, la teneur en acide linoléique (C18:2) - qui joue avec l'acide stéarique un rôle primordial et de sens opposé dans la consistance du tissu gras - est identique dans les deux races. La race Duroc compense donc sa plus faible teneur en acides gras saturés par une plus grande proportion d'acides gras monoinsaturés (+ 1,9 %) qui ont un rôle plutôt neutre vis-à-vis de la qualité des gras.

En résumé, ces résultats montrent que les lipides de dépôt chez le Duroc sont légèrement moins saturés, mais la présence d'une trame protéique plus étoffée limite les conséquences de cette moindre saturation sur la consistance. Des références étrangères sur le sujet, on retiendra les travaux de VILLEGAS et al. (1973) et KELLOGG et al. (1977) qui ne relèvent pas de différences majeures dans la composition en acides gras de la bardière des races Duroc et Yorkshire aux Etats-Unis. Comparant des produits de croisement issus de pères Duroc et Large White britannique, EDWARDS et al. (1988) ont trouvé que les porcs croisés Duroc donnent un gras significativement plus mou. Une plus forte teneur en acide linoléique (C18:2) du gras de couverture a été observée chez

le Duroc comparé au Landrace dans l'étude de CAMERON et al. (1989), citée par WOOD et ENSER (1989).. Au Danemark, BARTON-GADE (1987) obtient des résultats proches des précédents dans une comparaison de porcs croisés à base de Duroc et Yorkshire, mais la confusion de l'effet type génétique et de l'effet milieu d'engraissement limite la portée des conclusions de cette expérience en ce qui concerne la composition en acides gras des lipides déposés.

2.3. Teneur en eau et en lipides du muscle Long dorsal et composition en acides gras des lipides intramusculaires

Les résultats rapportés au tableau 4 concernent la composition chimique du muscle Long dorsal et confirment la plus grande richesse en gras intramusculaire de la race Duroc : 2,44 % contre 1,26 % chez le Large White. Elle se solde par une teneur en eau significativement plus faible de 0,8 %. Ces données sont en accord avec de nombreuses références bibliographiques qui accordent un avantage substantiel au Duroc pour la teneur en gras intramusculaire, de l'ordre de 1,5 à 2 % : voir les revues bibliographiques de SELLIER (1988) et SCHWÖRER et al. (1989). Les comparaisons entre produits de croisement issus de pères Duroc ou de pères Large White et/ou Landrace indiquent que la teneur en lipides du muscle Long dorsal est plus élevée de 0,3 à 0,9 % chez les croisés Duroc (BARTON-GADE, 1987 ; EDWARDS et al., 1988 ; MCGLOUGHLIN et al., 1988 ; SMITH et al., 1988 ; GANDEMER et al., 1990). Il est vraisemblable que cette teneur en gras intramusculaire contribue partiellement aux valeurs de réflectance fréquemment plus fortes chez le Duroc.

TABLEAU 4

COMPARAISON D'ANIMAUX DUROC ET LARGE WHITE POUR LES TENEURS EN EAU ET EN LIPIDES DU MUSCLE LONG DORSAL ET POUR LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES LIPIDES MUSCULAIRES.

	Large White (LW)	Duroc (D)	D - LW ⁽¹⁾ (± erreur standard)	Ecart-type résiduel
Composition chimique				
% lipides	1,26	2,44	1,18 ± 0,13	**
% eau	74,3	73,5	- 0,8 ± 0,1	**
Composition en acides gras des lipides (%)				
C14:0	1,13	1,41	0,28 ± 0,05	**
C16:0	23,99	24,59	0,60 ± 0,34	\$
C18:0	13,72	13,90	0,18 ± 0,31	
C16:1	3,59	3,76	0,17 ± 0,15	
C18:1	43,21	47,10	3,89 ± 0,78	**
C20:1	0,89	0,98	0,09 ± 0,05	\$
C18:2	9,08	5,56	- 3,52 ± 0,66	**
C20:4	2,04	1,05	- 0,99 ± 0,25	**
% saturés	39,5	40,5	1,0 ± 0,6	
% monoinsaturés	47,9	52,0	4,1 ± 0,8	**
% polyinsaturés	12,6	7,5	- 5,1 ± 1,0	**
Coeff. d'insaturation (2)	1,296	1,171	-0,125 ± 0,024	**
Coeff. de longueur de chaîne (2)	17,48	17,41	- 0,07 ± 0,02	**
Rapport polyinsaturés/saturés (P/S)	0,323	0,184	-0,139 ± 0,026	**

(1) \$: P < 0,10 ; * : P < 0,05 ; ** : P < 0,01

(2) voir définitions tableau 3

Des différences importantes, pouvant atteindre 1,5 écart-type du caractère, sont également enregistrées pour la composition en acides gras des lipides intramusculaires, ce qui contraste avec les faibles écarts notés par BOUT et al. (1989b) dans la comparaison des races Large White, Landrace Français, Landrace Belge et Piétrain. La différence essentielle entre Duroc et Large White porte sur l'importance relative des acides gras monoinsaturés et polyinsaturés : la proportion d'acides gras monoinsaturés est plus forte de 4 % chez le Duroc à cause d'une teneur en acide oléique (C18:1) plus élevée, alors que la teneur en acides gras polyinsaturés est plus forte chez le Large White (+ 5 %) à cause d'une plus grande richesse en acide linoléique (C18:2) et en acide arachidonique (C20:4). La teneur en acides gras saturés est, par contre, comparable dans les deux races.

En exprimant les compositions en grammes d'acides gras par 100 g de muscle frais, il apparaît que le muscle Long dorsal des porcs Duroc contient la même quantité d'acides gras polyinsaturés et environ deux fois plus d'acides gras saturés et monoinsaturés que le muscle Long dorsal des porcs Large White. Il est généralement admis que, pour un muscle donné, la teneur en lipides de structures (lipides polaires) est constante (0,5 à 0,6 % du poids du muscle frais pour le Long dorsal) quelle que soit la teneur en lipides totaux. Avec cette hypothèse, les différences trouvées ici s'expliquent, pour l'essentiel, par le fait que le muscle de porc Duroc contient plus de lipides de réserves (lipides neutres) et présente donc un rapport lipides neutres / lipides polaires plus élevé : on sait que, comparés aux lipides polaires, les lipides neutres sont beaucoup plus pauvres en acides gras polyinsaturés et sont plus riches en acides

gras saturés et surtout en acides gras monoinsaturés (SHARMA et al. 1987; LESEIGNEUR et al., 1989).

CONCLUSION

Nos résultats confirment un fait aujourd'hui bien établi, à savoir la forte teneur en lipides intramusculaires dans la race Duroc. Les informations sur la composition des tissus gras de cette race sont plutôt rares dans la littérature, en particulier en ce qui concerne la composition en acides gras des lipides musculaires. Sur ce dernier point, la présente étude montre des différences importantes entre le Duroc et le Large White qui, comparées avec la faible amplitude des différences raciales précédemment rapportées, font de la race Duroc une race originale pour ces caractéristiques : elle se distingue par des lipides musculaires plus riches en acides gras monoinsaturés et plus pauvres en acides gras polyinsaturés et ceci découle essentiellement de la valeur élevée du rapport lipides de réserve / lipides de structure. Par ailleurs, la composition du gras de bardière se caractérise chez le Duroc par une moindre teneur en lipides, une assise protéique plus importante et un rapport acides gras saturés/acides gras monoinsaturés plus faible.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude à l'ACTA qui a assuré le financement de cette étude et à la société SELPA-UFAC qui a fourni le matériel animal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1986. Performances et Sélection, n° 12/86.
- ANONYME, 1988a. Performances et Sélection n° 04/88.
- ANONYME, 1988b. Arsberetning 1988, Landsudvalget for swin.
- ARNETH W., 1972. Fleischwirtschaft, 52, 1455-1458
- BARTON-GADE P., 1987. Livest. Prod. Sci., 16, 187-196.
- BOUT J., GIRARD J.P., SELLIER P., RUNAVOT, SALORT D., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 279-284.
- BOUT J., GIRARD J.P., RUNAVOT J.P., SELLIER P., 1989a. 40 ème Réunion annuelle de la FEZ, Dublin, GP 3.12
- BOUT J., GIRARD J.P., RUNAVOT J.P., SELLIER P., 1989b. 40 ème Réunion annuelle de la FEZ, Dublin, GP 3.15
- BOUT J., GIRARD J.P., RUNAVOT J.P., SELLIER P., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 17-22.
- EDWARDS S.A., WOOD J.D., MONCRIEFF C.B., PORTER S.J., WHITEHOUSE J.M., 1988. Anim. Prod., 46, 503 (Abst.)
- GANDEMER G., BONNOT C., VEDRENNE P., CARITEZ J.C., LEGAULT C., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 23-28.
- KELLOGG T.F., ROGERS R.W., MILLER H.W., 1977. J. Anim. Sci., 44, 1, 47-52.
- LESEIGNEUR A., DAVID E., GANDEMER G., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 393-398.
- McGLOUGHLIN P., ALLEN P., TARRANT P.V., JOSEPH R.L., LYNCH P.B., HANRAHAN T.J., 1988. Livest. Prod. Sci., 18, 275-288.
- SCHWÖRER D., MOREL P., REBSAMEN A., 1989. 40 ème Réunion annuelle de la FEZ, Dublin, GP 3.2.
- SELLIER P., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 227-242.
- SHARMA N., GANDEMER G., GOUTEFONGEA R., 1987. Meat Sci., 19, 121-128
- SMITH W.C., PEARSON G., 1986. New Zealand J; Experim. Agric., 14, 43-50.
- SMITH W.C., PEARSON G., 1987. New Zealand J. Experim. Agric., 15, 39-43.
- SMITH W.C., PEARSON G., GARRICK D.J., 1988. New Zealand J. Experim. Agric. Res., 31, 421-430
- VILLEGAS F.J., HEDRICK H.B., VEUM T.L., McFATE K.L., BAILEY M.E., 1973. J. Anim. Sci., 36, 663-668.
- WOOD J.D., ENSER M., 1989. 40ème Réunion annuelle de la FEZ, Dublin, GP 3.3.