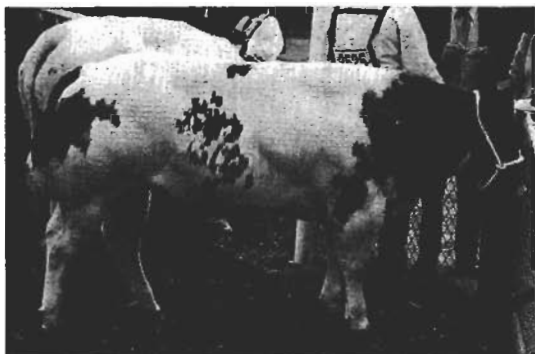


Différenciation postnatale

Les études concernant la variabilité génétique de la différenciation musculaire après la naissance ont été réalisées sur des animaux de race Blanc-Bleu-Belge âgés de 9 mois, culards et normaux, sur des bovins des races Limousine (Jurie *et al* 1995) et Charolaise issus de pères sélectionnés sur leur vitesse de croissance. Les résultats obtenus montrent

Bovin culard de race Blanc-Bleu-Belge
(cliché : X. Malher, ENV Nantes).



que les animaux à forte vitesse de croissance ont des muscles présentant un métabolisme plus glycolytique. Ils sont constitués de fibres de plus grande taille avec une plus forte proportion de fibres de type IIB.

Conclusion

L'ensemble de ces résultats montre que le type génétique a une influence sur la différenciation musculaire. Les bovins issus de lignées à développement musculaire plus élevé présentent à l'abattage des muscles plus glycolytiques renfermant des fibres de taille supérieure à celles des bovins normaux, et une plus forte proportion de fibres IIB, composition favorable à une amélioration de la tendreté de la viande puisque ces fibres mûrissent plus vite. Cette composition des muscles semble avoir une origine précoce. En effet, le retard dans la différenciation observé chez les fœtus culards paraît être dû à une phase de prolifération cellulaire plus intense chez ces derniers, et soumise à des systèmes de régulation particuliers qui demandent à être précisés.

Ce retard serait dû à une phase de prolifération cellulaire plus intense.

Références bibliographiques

Jurie C., Robelin J., Picard B., Renand G., Geay Y., 1995. Inter-animal variation in the biological characteristics of muscle tissue in male Limousin cattle. *Meat Sci.*, 39, 415-425.

Picard B., Robelin J., Pons F., Geay Y., 1994. Comparison of the fetal development of fibre types in

four bovine muscles. *J. Muscle. Res. Cell Motil.*, 15, 473-486.

Robelin J., Picard B., Listrat A., Jurie C., Barboiron C., Pons F., Geay Y., 1993. Myosin transitions in *Semitenidinosus* muscle during fetal development of cattle : immunocytochemical and electrophoretic analyses. *Reprod. Nutr. Develop.*, 33, 25-41.

Intérêt et limites du modèle Meishan pour l'étude de la croissance musculaire chez le porc

En comparaison des porcs conventionnels, comme par exemple ceux de race Large White, les porcs de race Meishan se caractérisent par des performances de reproduction très supérieures (en particulier un développement sexuel beaucoup plus précoce et une plus grande prolificité) et par des performances de croissance très inférieures (une croissance plus lente et une plus grande adiposité de la carcasse). Au cours des dernières années, nous avons réalisé plusieurs études visant à mieux comprendre pourquoi les performances de croissance du porc Meishan sont inférieures à celles du porc Large White. Ce texte résume les principaux résultats

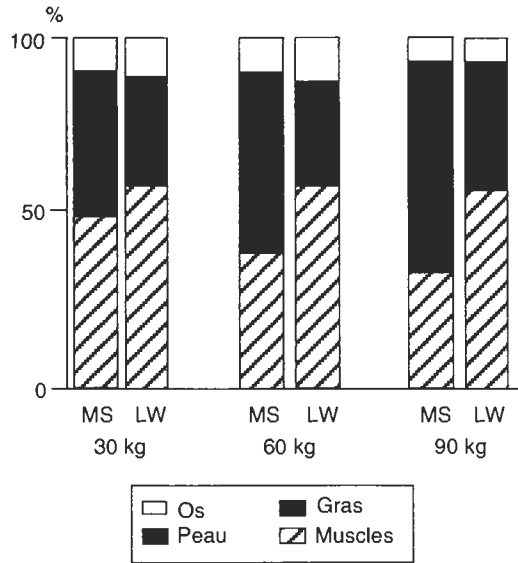
acquis à la Station de Recherches Porcines concernant la croissance musculaire et sa régulation par les hormones de l'axe somatotrope.

Croissance tissulaire

Par rapport aux porcs Large White (LW), les porcs Meishan (MS) sont plus légers à la naissance et leur vitesse de croissance est au moins inférieure de 30 % pendant les phases d'allaitement et de post-sevrage (Legault et Caritez 1982). Chez le jeune animal (moins

L. LEFAUCHEUR,
I. LOUVEAU,
S. SCHNOEBELEN,
P. ECOLAN,
M. BONNEAU
INRA Station
de Recherches Porcines
35590 Saint Gilles

Figure 1. Evolution entre 30 et 90 kg de poids vif de la composition tissulaire de porcs mâles castrés des races Meishan (MS) ou Large White (LW).



de 30 kg), la quantité d'aliment ingérée est similaire dans les 2 races. Plus tard, l'augmentation de l'ingéré en fonction du poids de l'animal est plus faible chez les MS que chez

les LW. Chez les porcs MS, l'ingéré alimentaire plafonne après 60 kg de poids vif (à environ 1,8 kg de matière sèche par jour, Noblet et Dubois 1990). La vitesse de croissance des MS est constante (0,40-0,45 kg/j) entre 15 et 100 kg de poids vif (Noblet et Dubois 1990, Prunier *et al* 1990).

La dissection de carcasses de porcs MS ou LW abattus à 80-90 kg de poids vif (Poilvet *et al* 1990) indique que le taux de muscle est de l'ordre de 30 % chez les porcs MS contre 47 % chez les porcs LW. Le contenu en os est similaire dans les 2 races (environ 10 %). Les porcs MS contiennent plus de gras (MS : 45 %, LW : 32 %) et de peau (MS : 9 %, LW : 3 %).

Nous empruntons à J. Noblet les résultats décrivant l'évolution avec le poids de la composition tissulaire (figure 1) et du dépôt journalier de gras et de muscle (figure 2) chez des porcs mâles castrés des races LW et MS entre 30 et 90 kg de poids vif. Le dépôt de gras est similaire ou même plus faible chez les MS que chez les LW. Le dépôt journalier de muscles est 2,6 à 3,2 fois plus faible chez les MS que chez les LW. Il ne représente que 22 à 24 % du gain de poids quotidien chez les MS, contre 41 % chez les LW.

Le dépôt journalier de muscle est plus faible chez les porcs Meishan que chez les porcs Large White.

Figure 2. Evolution entre 30 et 90 kg de poids vif du dépôt journalier de muscles et de gras chez des porcs mâles castrés des races Meishan (MS) ou Large White (LW).

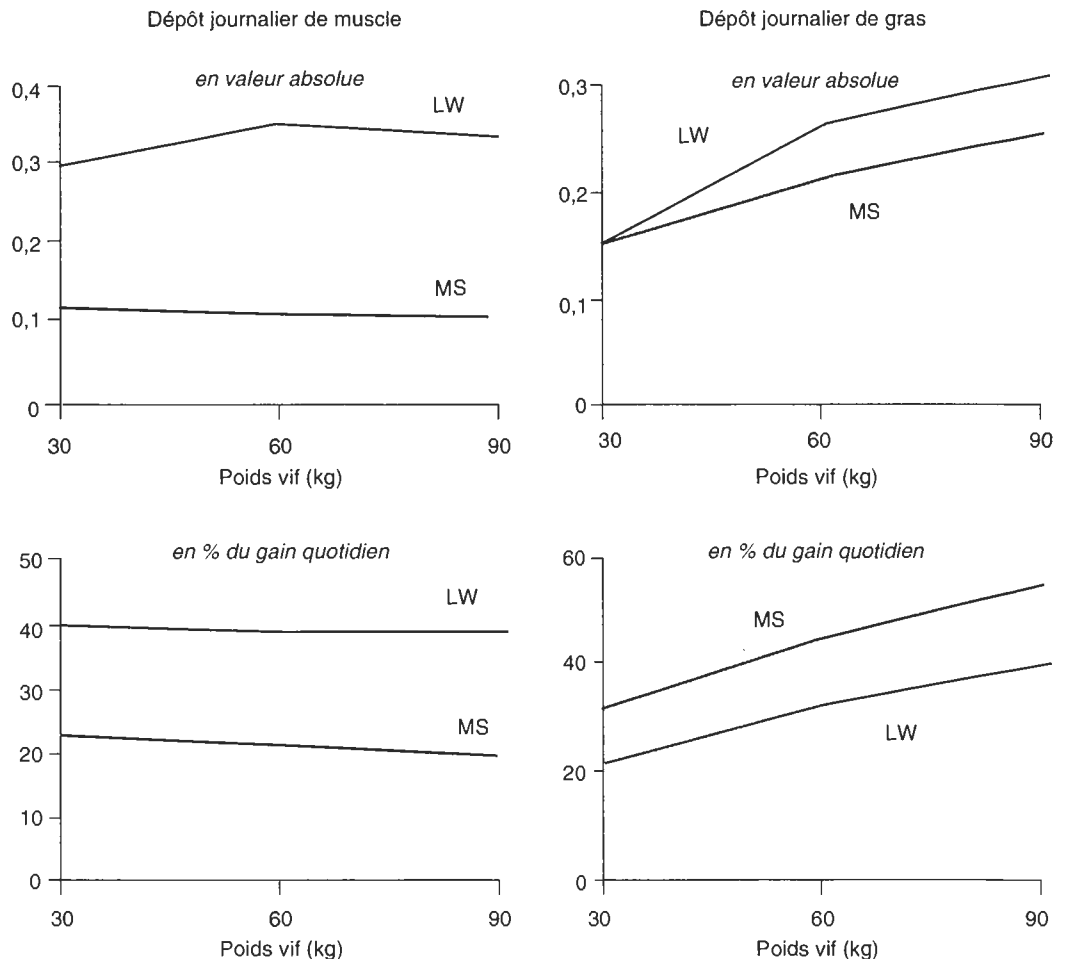


Tableau 1. Comparaison des caractéristiques histologiques du muscle semitendinosus (ST) chez des fœtus de porcs des races Meishan (MS) et Large White (LW).

Jours de gestation Race	75 jours			114 jours		
	LW	MS	Sign.	LW	MS	Sign.
Muscle total						
Poids du ST (g)	0,63	0,35	***	2,73	1,60	***
Nombre fibres (x 10 ⁻³)	283	200	**	425	263	***
Partie rouge						
Nombre de fibres						
total (x 10 ⁻³)	116	91	ns	205	131	***
myotubes (x 10 ⁻³) ⁽¹⁾	6,52	5,20	ns	7,72	6,88	ns
second./myot. ⁽²⁾	17,9	17,4	ns	26,7	19,2	***
Surface (µm ²)						
myotubes	177	161	ns	229	258	ns
secondaires	25	29	ns	100	129	*
Partie blanche						
Nombre de fibres						
total (x 10 ⁻³)	167	109	**	220	132	***
myotubes (x 10 ⁻³)	9,58	5,80	***			
second. / myot.	17,4	18,7	ns			
Surface (µm ²)						
myotubes	182	158	ns			
secondaires	21	27	ns			

(1) A 114 jours : nombre d'îlots. Un îlot de fibres lentes correspond à un myotube primaire.

(2) A 114 jours, nombre de fibres secondaires par îlot.

Caractéristiques du tissu musculaire

Des observations préliminaires réalisées au laboratoire suggèrent que la plus faible croissance musculaire du porc MS provient de l'effet cumulatif d'un plus faible nombre de fibres musculaires (déterminisme prénatal) et d'une plus faible croissance radiale de ces mêmes fibres après la naissance.

Les études réalisées jusqu'à présent ont surtout porté sur le muscle *Semitendinosus* (ST). D'un point de vue expérimental, ce muscle a l'avantage d'être facilement dissé- cable et de présenter deux régions très diffé- rentes, l'une présentant les caractéristiques d'un muscle rouge alors que l'autre est repré- sentative d'un muscle blanc.

De 50 jours de gestation à 1 mois d'âge, le muscle ST croît plus lentement chez les MS que chez les LW, aussi bien en valeur absolue qu'en proportion du poids total du fœtus (figure 3).

Le tableau 1 présente les caractéristiques du muscle ST à 75 jours de gestation et à la naissance (113 jours de gestation). A 75 jours de gestation, la totalité des myotubes pri- maires est en place alors que la seconde géné- ration n'est complètement installée qu'à par- tir de 90 jours de gestation. A 75 jours, il est possible de distinguer les myotubes primaires appartenant à la future partie rouge (qui réagissent positivement à l'anticorps anti-MHC lente et négativement à l'anticorps anti-MHC rapide) de ceux appartenant à la future partie rapide (qui réagissent de façon exacte- ment inverse).

Myotubes primaires

A 75 jours de gestation, le nombre de myo- tubes primaires de la future partie blanche est plus faible chez les MS que chez les LW (9 580 vs 5 800 ; P < 0,001). Il en va de même dans la partie rouge bien que la différence entre les 2 races ne soit pas significative (6 520 vs 5 200). Pour l'ensemble du muscle, le nombre de myotubes primaires chez les MS est infé- rieur de 32 % à celui observé chez les LW. L'aire de section transversale des myotubes primaires ne diffère pas entre les 2 races.

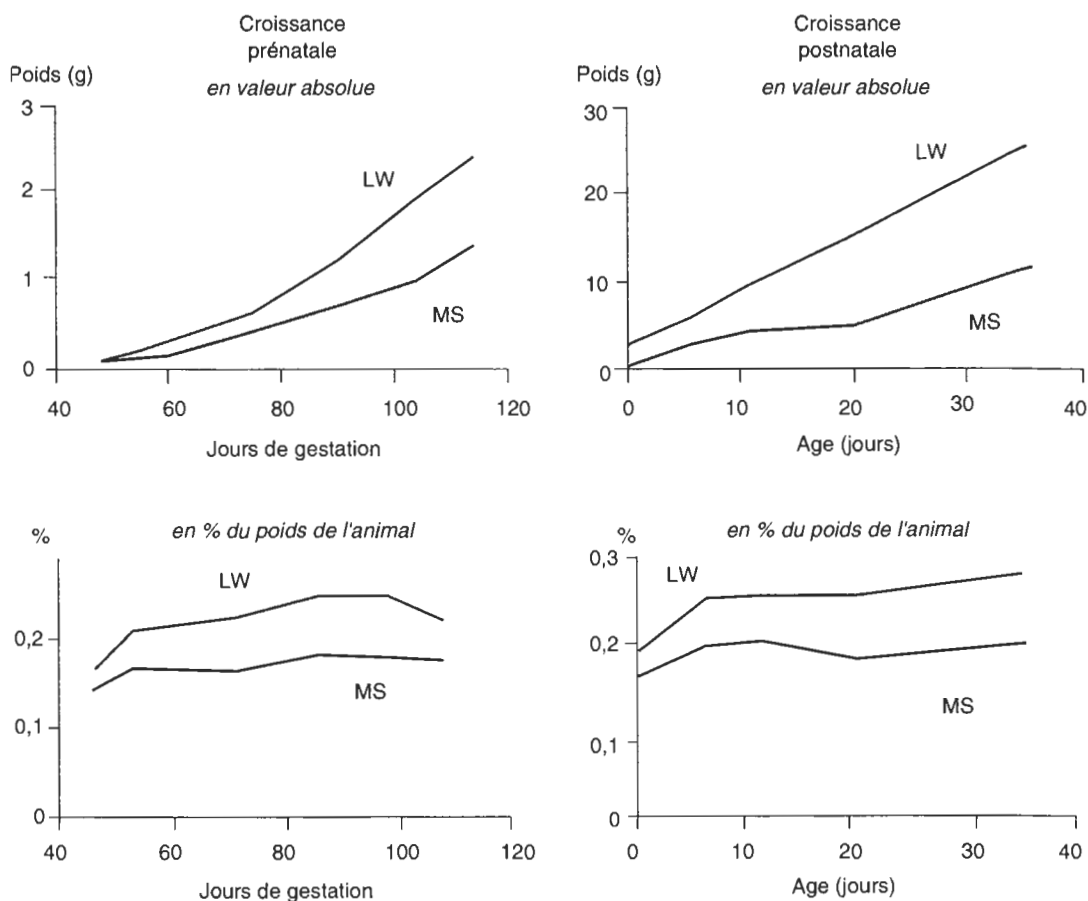
Fibres secondaires

Dans la partie rouge, le nombre de fibres secondaires par myotube primaire ne diffère pas entre les 2 races à 75 jours de gestation alors qu'il est plus faible chez les MS que chez les LW à la naissance (19,2 vs 26,7 ; P < 0,001). Ce résultat montre que la différence entre les 2 races pour le nombre de fibres secondaires par primaire est acquise en fin de gestation, peut-être par une période de mise en place plus longue chez les LW.

Dans la partie blanche, comme dans la par- tie rouge, le nombre de fibres secondaires par myotube primaire ne diffère pas entre les 2 races à 75 jours de gestation. La détermi- nation directe du nombre de myotubes primaires de la partie blanche n'est pas possible à la naissance. Cependant, le calcul du rapport entre le nombre total de fibres à la naissance et le nombre de myotubes primaires présents à 75 jours ne laisse apparaître aucune diffé- rence entre les 2 races pour la partie blanche (22,0 chez les LW vs 21,7 chez les MS).

La croissance musculaire plus faible des porcs Meishan résulterait à la fois d'un plus faible nombre de fibres à la naissance et d'une moindre croissance post-natale de ces fibres.

Figure 3. Croissance du muscle semitendinosus (ST) au cours de la gestation dans les 2 races Meishan (MS) et Large White (LW).



Dans la partie rouge, la surface des fibres secondaires tend à être plus élevée chez les MS que chez les LW. Ce résultat peut traduire un état de maturité plus avancé chez les MS.

Nombre total de fibres

Au total, le nombre de fibres dans l'ensemble du muscle ST est plus faible de 38 % chez les MS que chez les LW. Cette différence s'observe aussi bien dans la partie rouge que dans la partie blanche. Cependant les mécanismes impliqués dans cette différence ne semblent pas être les mêmes dans les 2 zones. Dans la partie rouge, c'est essentiellement le nombre plus faible de fibres secondaires différenciées autour de chaque myotube primaire qui semble devoir être mis en cause. Dans la partie blanche, par contre, la différence semble surtout provenir d'un nombre plus faible de myotubes primaires.

Régulation du développement musculaire par les hormones de l'axe somatotrope

Les niveaux circulants de GH et d'IGF-I ne diffèrent pas entre les porcs LW et MS entre 10 et 150 jours d'âge (Louveau *et al* 1991). Néanmoins, la concentration plasmatique d'IGF-I

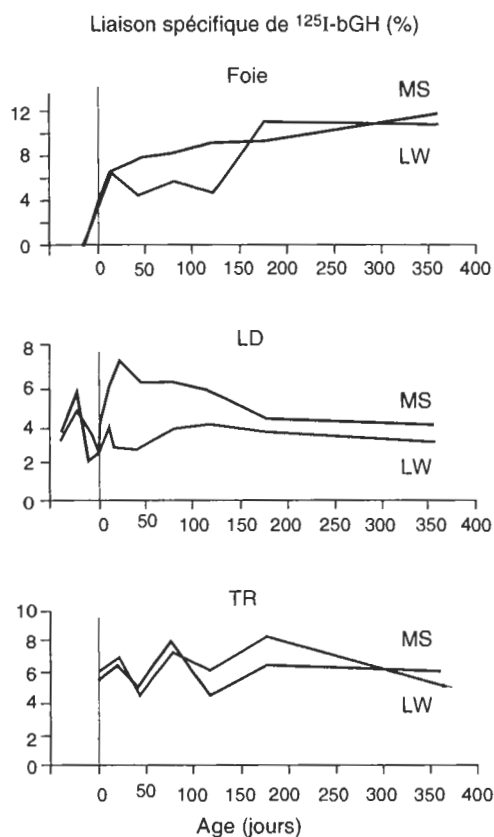
est plus faible chez les porcs MS que chez les porcs LW à 180 et 365 jours d'âge. Cette différence ne permettant pas d'expliquer la différence de croissance entre les 2 races, nous nous sommes attachés à mettre en évidence d'éventuelles différences au niveau des récepteurs à la GH et à l'IGF-I. Pour cela, l'évolution avec l'âge (de 75 jours de gestation à l'âge adulte) du niveau de ces récepteurs a été étudiée dans deux muscles squelettiques, l'un majoritairement de type blanc, le *longissimus dorsi* (LD), l'autre majoritairement de type rouge, le *trapezius* (TZ) en comparaison avec le foie qui est considéré comme le principal tissu cible de la GH (figure 4).

Dans le foie, aucune liaison spécifique n'est observée chez les fœtus entre 75 et 103 jours de gestation. Après la naissance, la liaison spécifique augmente avec l'âge dans les 2 races. La liaison spécifique de la GH est plus élevée chez les porcs MS que chez les porcs LW à 45 et à 120 jours d'âge et ne diffère pas entre les 2 races aux autres stades étudiés. Contrairement à ce qui est observé dans le foie, une liaison spécifique est observable dès 75 jours de gestation dans le LD (liaison non déterminée dans le TZ). La liaison spécifique de la GH aux muscles LD et TZ varie peu avec l'âge et ne diffère pas entre les 2 races.

Dans le muscle LD comme dans le foie, la liaison spécifique de l'IGF-I augmente de 75 jours à 90 ou 103 jours de gestation et

Les différences relatives aux hormones somatotropes sont peu marquées entre Meishan et Large White.

Figure 4. Variation avec l'âge de la liaison spécifique de la GH dans le foie et le muscle squelettique des porcs des 2 races Meishan (MS) et Large White (LW).



diminue ensuite avec l'âge. La liaison spécifique de l'IGF-I est similaire dans les 2 races, sauf à 103 et 113 jours de gestation où elle tend à être plus élevée dans le foie des porcs MS que dans celui des porcs LW.

Au total, la plus faible croissance musculaire des porcs MS par rapport aux porcs LW ne semble pouvoir être reliée à aucun déficit majeur du fonctionnement de l'axe somato-

trope, tout au moins en ce qui concerne les niveaux circulants de la GH et de l'IGF-I ou la liaison spécifique des ces hormones à leurs récepteurs hépatiques ou musculaires. Ces résultats ne permettent pas d'écartier un dysfonctionnement de l'axe somatotrope à un niveau postérieur à celui des récepteurs. Une déficience majeure dans les étapes de transmission du message hormonal entre le récepteur et la réponse cellulaire semble cependant peu probable car il est établi que la croissance musculaire des porcs MS peut être accélérée par l'administration de GH exogène (Bidanel *et al* 1991).

Conclusions

En l'absence de différences marquées entre les porcs MS et LW pour ce qui concerne les niveaux circulants de GH et d'IGF-I ainsi que pour les liaisons spécifiques de ces hormones dans le foie et le muscle squelettique, le modèle Meishan ne présente guère d'attrait pour l'étude du contrôle de la croissance musculaire par les hormones de l'axe somatotrope.

Par contre, le modèle Meishan nous semble particulièrement intéressant pour les études visant à mieux comprendre les aspects cellulaires de la croissance musculaire chez le porc. Le plus faible nombre de fibres musculaires observé chez le porc MS à la naissance en fait un modèle indiqué pour les études sur la différenciation des fibres musculaires *in utero*. Il semble même que, selon la zone musculaire choisie, on puisse avoir accès à des différences concernant plus particulièrement les générations primaire ou secondaire de fibres musculaires. Ce dernier aspect demande cependant à être confirmé. La plus faible croissance radiale des fibres musculaires observée chez le porc MS pendant la période post-natale en fait un modèle intéressant pour les études sur la régulation de la croissance hypertrophique des fibres musculaires.

Références bibliographiques

Bidanel J.P., Bonneau M., Pointillart A., Gruand J., Mourot J., Demade I., 1991. Effects of exogenous porcine somatotropin (pST) administration on growth performance, carcass traits, and pork meat quality of Meishan, Pietrain, and crossbred gilts. *J. Anim. Sci.*, 69, 3511-3522.

Legault C., Caritez J.C., 1982. Premier bilan de l'expérimentation sur le porc chinois en France. 1. Performances de reproduction en race pure et en croisement. *Journées Rech. Porcine en France*, 14, 127-136.

Louveau I., Bonneau M., Salter D., 1991. Age-related changes in plasma porcine growth hormone (GH) profiles and insulin-like growth factor-I (IGF-I) concentrations in Large White and Meishan pigs. *Reprod. Nutr. Develop.*, 31, 205-216.

Noblet J., Dubois S., 1990. Utilisation de l'énergie et besoins énergétiques des porcs mâles castrés de race Meishan. 41st EAAP Satellite Symposium on Chinese Pigs, M. Molénat et C. Legault eds., 231-232.

Poilvet D., Bonneau M., Caritez J.C., Legault C., 1990. Composition tissulaire des carcasses de porcs Meishan (MS), Large White (LW) et F1 (MSxLW). 41st EAAP Satellite Symposium on Chinese Pigs, M. Molénat et C. Legault eds., 237-238.

Prunier A., Pointillart A., Bonneau M., 1990. Influence de l'injection de somatotropine porcine (pST) sur le développement corporel, osseux et sexuel de jeunes femelles de race Meishan. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 77-82.