

INFLUENCE DE L'INJECTION DE SOMATOTROPINE PORCINE (PST) SUR LES DÉVELOPPEMENTS CORPOREL, OSSEUX ET SEXUEL DE JEUNES FEMELLES DE RACE MEISHAN

Armelle PRUNIER (1), A. POINTILLART (2), M. BONNEAU (1)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Station de Recherches Porcines, Saint Gilles, 35590 L'HERMITAGE.

(2) Station de Recherches de Nutrition, 78350 JOUY-EN-JOSAS.

Avec la collaboration de Anne-Marie MOUNIER (1), Colette COLIN (2), J. LEBOST (1), J.C. HULIN (1) et B. CAYRON (2).

L'objectif de cette étude est de déterminer si l'amélioration de la vitesse de croissance et la modification de la composition tissulaire consécutives à un traitement à l'hormone de croissance porcine (PST) s'accompagnent d'une modification du métabolisme osseux et du développement sexuel.

Vingt femelles de race pure Mei-Shan sont réparties à 54 jours d'âge et 14 kg de poids vif en deux lots expérimentaux. Une injection quotidienne intramusculaire de placebo (lot TEMOIN) ou de 50 µg de PST/kg de poids vif (lot PST) a lieu entre 60 jours d'âge et l'abattage à 113 jours d'âge. L'aliment est ad libitum. La PST a permis d'améliorer de façon non significative la vitesse de croissance (+ 11%) et le poids vif à l'abattage (+ 8%) et d'augmenter significativement le pourcentage de muscles (+ 17%) au détriment de celui du gras (- 31%). Le poids des os métatarsiens et leur résistance à la rupture sont également supérieurs dans le lot PST (respectivement + 14% et + 15%, $P < 0,05$). Par contre, l'apparition de la puberté et le développement de l'appareil génital des femelles restées impubères sont similaires dans les deux lots.

La PST a donc permis d'améliorer légèrement la vitesse de croissance et de modifier profondément la composition corporelle sans que le métabolisme osseux et le développement sexuel ne semblent altérés.

Influence of exogenous porcine somatotropin (PST) on growth traits, bone metabolism and sexual development in Meishan gilts

The objective of the present study was to determine whether the improvement of the growth rate and the changes in the carcass traits due to a treatment with porcine growth hormone (PST) was followed by changes in bone metabolism and in sexual development.

Twenty females from pure Mei-Shan breed were assigned at 54 days of age and 14 kg liveweight to one of two experimental groups. They were administered daily either vehicle (CTRL group) or 50 µg PST/kg body weight (PST group) from 60 days of age until slaughter at 113 days of age. Animals were fed ad libitum. Animals treated with PST had a higher growth rate (+ 11%) and were heavier at slaughter (+ 8%) even though these differences were not significant. Carcass traits were significantly different between the two groups: percentage of muscle was higher (+ 17%) while percentage of fat was lower (-31%) in the PST group. Weight and bending moment of metatarsals were also higher in the PST group (respectively + 14% and + 15% $P < 0.05$). However, occurrence of puberty and development of the genital tract of prepubertal females were not different in the two groups.

We conclude that PST increased slightly growth rate and altered deeply carcass traits without any clear adverse effect on bone metabolism and sexual development.

INTRODUCTION

L'hormone de croissance porcine (PST) permet d'améliorer la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire du porc en croissance (BONNEAU et al., 1989, 1990). Le dépôt de muscles est très accru alors que celui du tissu adipeux est fortement réduit. Par ailleurs, la PST stimule le développement du tissu osseux mais risque d'entraîner des problèmes d'aplomb. De plus, la forte réduction de l'adiposité est susceptible d'entraîner une altération de la fonction de reproduction (AHERNE et KIRKWOOD, 1985). De même, les nombreuses perturbations endocriniennes associées au traitement à la PST pourraient également avoir des conséquences sur l'activité sexuelle (KIRKWOOD et al., 1989). Les premiers résultats de la bibliographie concernant l'influence d'un traitement à la PST sur le développement sexuel des femelles sont contradictoires : certains auteurs observent un retard de puberté (BRYAN et al., 1989a) alors que d'autres ne montrent pas d'effet (DAY et al., 1988; ANDRES et al., 1989).

Les animaux de race Mei-Shan se caractérisent par une puberté très précoce, une forte adiposité et une vitesse de croissance relativement lente (LEGAULT et al., 1982; LEGAULT et CARITEZ, 1983). Aussi, il nous a semblé particulièrement intéressant de mesurer chez des femelles de cette race l'effet d'un traitement à la PST pendant la période prépubertaire sur la vitesse de croissance, la composition tissulaire, le développement du tissu osseux et celui de l'appareil génital. Cette étude est complémentaire du travail effectué par BIDA-NEL et al. (1990) sur des femelles Mei-Shan traitées en périodes de finition.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux et alimentation

A 54 ou 55 jours d'âge, 20 femelles de race pure Mei-Shan issues de 5 portées différentes sont réparties entre deux lots expérimentaux sur la base de leur origine parentale et de leur poids vif (tableau 1). Les animaux pèsent alors 14 ± 2 kg (moyenne \pm écart type identique pour chacun des deux lots). Entre 60-61 jours d'âge et l'abattage, les animaux reçoivent quotidiennement une injection de PST (50 μ g/kg de poids vif, lot PST) ou de placebo (lot TMOIN). La dose de PST injectée est ajustée chaque semaine d'après le poids vif moyen des animaux de ce lot. Les femelles d'une même portée sont abattues le même jour à 113 ± 2 jours soit 58 ± 2 jours après le début du traitement. Là encore, l'âge moyen à l'abattage et la durée du traitement sont identiques dans les deux lots compte tenu du protocole.

Pendant toute la durée de l'expérience, les animaux reçoivent ad libitum un aliment standard contenant 3130 Kcal d'énergie digestible, 17,3% de protéines, 0,88% de lysine, 1,27% de carbonate de calcium et 0,71 % de phosphore total.

1.2. Mesures effectuées

L'âge à la puberté est déterminé selon la méthode décrite par PRUNIER (1989) en prenant en compte le dosage de la progestérone dans un échantillon de sang prélevé toutes les semaines et, le moment d'apparition du 1^{er} oestrus détecté par passage quotidien d'un verrat. Ces contrôles commencent à 60 jours d'âge et se poursuivent jusqu'à l'abattage. Le tractus génital est alors prélevé et disséqué suivant la procédure

décrite par ETIENNE et LEGAULT (1974).

Le lendemain de l'abattage, chaque demi carcasse gauche est découpée suivant la technique décrite par DESMOULIN et al. (1976), puis fait l'objet d'une dissection complète permettant de distinguer les compartiments tissulaires suivants : muscle, gras externe (= gras sous cutané), gras intermusculaire, gras périrénal (= panne), os, peau et divers (aponévroses et glandes).

Le pied arrière gauche est récupéré à l'abattage afin d'effectuer des mesures sur les métatarsiens suivant une procédure décrite par POINTILLART et al. (1987). Ces mesures comprennent le poids frais, le volume, le moment de flexion, les poids de la matière sèche et des cendres pour les deux os métatarsiens, interne et externe. A partir de là, ont été calculés la densité apparente (poids frais/volume) et les rapports cendres/matière sèche et cendres/volume. Le moment de flexion résulte d'un test de rupture en 3 points sur la diaphyse.

1.3. Analyse statistique

La comparaison entre les deux lots s'effectue grâce au test de Student.

2. RÉSULTATS

2.1. Performances de croissance et composition tissulaire (tableaux 1 et 2)

TABLEAU 1
INFLUENCE DE L'ADMINISTRATION DE PST SUR LA VITESSE DE CROISSANCE ET LA QUALITÉ DES CARCASSES
(moyenne \pm écart type)

	Témoin	PST	Signification Statistique
Gain moyen quotidien (g)	465 \pm 78	518 \pm 80	0,15
Poids vif (kg)	41,2 \pm 6,1	44,4 \pm 5,9	0,24
Poids net (kg)	29,1 \pm 5,1	31,5 \pm 5,4	0,32
Rendement (%)	70,4 \pm 2,9	70,6 \pm 3,8	0,88
Longueur (cm)	71,7 \pm 3,7	75,5 \pm 4,6	0,05
Demi carcasse froide (kg)	12,67 \pm 2,19	13,50 \pm 2,32	0,42
Tête (kg)	2,83 \pm 0,36	3,09 \pm 0,32	0,11
Reins (g)	103 \pm 13	136 \pm 20	0,0003
Poids des morceaux de découpe (kg)			
- Hachage			
+ jambonneau	2,32 \pm 0,38	2,48 \pm 0,41	0,41
- Jambon	2,54 \pm 0,47	2,83 \pm 0,47	0,19
- Longe	3,05 \pm 0,53	3,45 \pm 0,53	0,10
- Poitrine	1,58 \pm 0,23	1,83 \pm 0,34	0,07
- Bardière	2,17 \pm 0,49	1,78 \pm 0,53	0,11
- Panne	0,28 \pm 0,10	0,29 \pm 0,08	0,85
- Pieds	0,55 \pm 0,10	0,60 \pm 0,10	0,24
- Hampe	0,066 \pm 0,015	0,078 \pm 0,023	0,16

La vitesse de croissance des animaux PST est légèrement améliorée par rapport à celle des TEMOIN (+ 11%) si bien que leur poids vif à l'abattage est également augmenté (+ 8%), (tableau 1). Cependant, ces différences ne sont pas significatives.

Le rendement de la carcasse est similaire dans les deux groupes tandis que le poids des reins est augmenté de façon significative par le traitement à la PST (+ 32%). La longueur de la carcasse est également augmentée chez les femelles PST (+ 5%, $P < 0.05$).

Le traitement par la PST n'entraîne aucune modification significative du poids des différents morceaux de découpe (tableau 1). Par contre, les résultats de la dissection complète montrent que le pourcentage de muscles augmente fortement (+ 17%) au détriment du pourcentage de gras (-26 %) dans le groupe PST par rapport au groupe TEMOIN (tableau 2). Cependant, l'administration de la PST affecte inégalement les différents dépôts gras : les graisses sous cutanées (gras externe) sont très touchées (- 31 %) alors que les graisses intermusculaires (- 9%) et internes (gras périrénal de la panne : - 5%) sont peu affectées. Enfin, la proportion de peau est fortement augmentée par le traitement à la PST (+ 20%).

TABLEAU 2
INFLUENCE DE L'ADMINISTRATION DE PST
SUR LA COMPOSITION TISSULAIRE DES CARCASSES
(moyenne \pm écart type)

	Témoin	PST	Signification Statistique
	Fractions totales (% demi carcasse)		
Muscle	33,0 \pm 2,5	38,5 \pm 2,9	0,0002
Gras			
- Total	35,0 \pm 4,7	26,0 \pm 4,0	0,0002
- Externe	25,9 \pm 4,0	17,6 \pm 3,1	0,0001
- Inter musculaire	6,9 \pm 0,8	6,3 \pm 1,2	0,22
- Périrénal	2,2 \pm 0,6	2,1 \pm 0,3	0,70
Peau	11,2 \pm 1,6	13,4 \pm 1,7	0,01
Os	10,6 \pm 0,7	11,1 \pm 1,2	0,30
Divers	4,4 \pm 0,9	4,8 \pm 0,7	0,27

2.2. Caractéristiques des os (tableau 3)

Le poids frais et le poids des cendres des métatarsiens sont augmentés dans le groupe PST par rapport au groupe TEMOIN. Le moment de flexion est également supérieur chez les femelles PST alors que la densité apparente des os et le poids des cendres rapporté au volume ou à la quantité de matière sèche osseuse ne sont pas modifiés.

TABLEAU 3
INFLUENCE DE L'ADMINISTRATION DE PST SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES OS MÉTARTASIENS
(moyenne \pm écart type)

	Témoin	PST	Signi. Stat.
Poids frais (g)			
- Externe	13,1 \pm 2,1	14,8 \pm 1,9	0,07
- Interne	12,7 \pm 1,8	14,5 \pm 1,6	0,03
- Moyen	12,9 \pm 1,9	14,7 \pm 1,7	0,05
Cendres			
- Poids total (g/os)	3,6 \pm 0,6	4,1 \pm 0,3	0,05
- Poids/volume d'os (g/100 cm ³)	32,5 \pm 2,8	33,3 \pm 2,2	0,1
- % de matière sèche	45,9 \pm 1,9	46,7 \pm 1,6	0,1
Densité apparente (g/100 cm³)			
- Externe	117,6 \pm 3,8	120,0 \pm 5,4	0,26
- Interne	115,8 \pm 7,1	117,8 \pm 6,8	0,53
- Moyen	116,6 \pm 4,8	118,8 \pm 5,0	0,33
Moment de flexion (N*m)			
- Externe	5,82 \pm 0,93	6,58 \pm 0,61	0,04
- Interne	5,59 \pm 0,91	6,55 \pm 0,89	0,03
- Moyen	5,71 \pm 0,88	6,57 \pm 0,63	0,02

2.3. Développement de l'appareil génital (tableau 4)

TABLEAU 4
INFLUENCE DE L'ADMINISTRATION DE PST SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL GÉNITAL
(moyenne \pm écart type)

	Témoin	PST	Signif. Stati.
Femelles pubères à l'abattage			
Nbre femelles	3/10	3/10	1,00
Age à la puberté	99 \pm 7	107 \pm 6	ND
Nombre de corps jaunes	17,0 \pm 3,6	16,0 \pm 0,0	ND
Poids (g)			
- Ovaires	8,09 \pm 4,74	10,9 \pm 11,3	ND
- Cornes utérines	151 \pm 67	183 \pm 69	ND
- Vagin + col	36 \pm 10	61 \pm 6	ND
- Ensemble du tractus	187 \pm 65	244 \pm 63	ND
Longueur (cm)			
- Cornes utérines	80 \pm 15	103 \pm 25	ND
- Vagin + col	18,3 \pm 0,6	24,7 \pm 3,1	ND
Femelles prépubères à l'abattage			
Nbre femelles	7/10	7/10	1,00
Poids (g)			
- Ovaires	4,52 \pm 1,42	6,26 \pm 3,00	0,19
- Cornes utérines	81 \pm 35	71 \pm 21	0,41
- Vagin + col	42 \pm 11	44 \pm 17	0,59
- Ensemble du tractus	123 \pm 45	108 \pm 57	0,82
Longueur (cm)			
- Cornes utérines	80 \pm 15	71 \pm 21	0,40
- Vagin + col	19,6 \pm 1,6	20,6 \pm 4,8	0,61

ND nombre de femelles insuffisant pour une analyse statistique,

Le nombre de femelles pubères à l'abattage est le même dans les deux groupes. En ce qui concerne les femelles pubères, le taux d'ovulation est similaire dans les deux groupes et le développement des différentes parties de l'appareil génital ne semble pas non plus affecté par le traitement à la PST, bien qu'une analyse statistique ne soit pas possible en raison du faible effectif. De même, chez les femelles prépubères, le poids des ovaires, le poids et la longueur des cornes utérines et de l'ensemble vagin-col sont similaires dans le groupe TEMOIN et le groupe PST.

3. DISCUSSION

La **vitesse de croissance** des femelles du groupe TEMOIN est similaire à celle obtenue par LEGAULT et CARITEZ (1982) avec des animaux de même race et sur une période comparable. Le traitement à la PST permet d'améliorer sensiblement ce critère (+11%) sans que l'effet soit significatif, en raison probablement du faible effectif d'animaux. Cet effet est proche de celui observé (+14%) par CAMPBELL et al. (1988) sur des mâles castrés de race européenne traités à un âge similaire mais inférieur à celui obtenu sur des porcs de race Mei Shan traités et abattus plus tardivement (+18% : VAN DER STEEN et al., 1989 ; +43% : BIDANEL et al., 1990). La période d'application du traitement explique vraisemblablement la moindre efficacité de la PST dans notre travail. De plus, dans l'étude de BIDANEL et al. (1990) les animaux ont reçu quotidiennement des doses plus fortes que les nôtres (150 à 60 µg/kg de poids vif). VAN DER STEEN et al. (1989) ont utilisé des doses encore plus fortes (320 à 155 µg PST/kg de poids vif) mais injectées seulement deux fois par semaine ce qui est vraisemblablement moins efficace. L'augmentation de la vitesse de croissance de nos femelles s'accompagne d'une élévation non significative du poids vif à l'abattage (+8%) et surtout d'un accroissement significatif de la longueur de la carcasse (+5%). Cet effet sur la longueur de la carcasse a également été observé sur des porcs Large White traités en période de finition (MOUROT, CHARLOTIN et BONNEAU, non publié).

Le traitement à la PST a un effet très marqué sur la **composition tissulaire** conforme à ce que l'on pouvait attendre (BONNEAU, 1990) : la croissance des tissus riches en protéines (muscles, peau, os) est stimulée aux dépens du tissu gras. L'augmentation du pourcentage de muscles (+17%) est similaire à celle obtenue par VAN DER STEEN et al. (1989), (+16%), mais inférieure à celle observée par BIDANEL et al. (1990), (+33%) sur des porcs de même race. On peut supposer que, comme pour la vitesse de croissance, le jeune âge de nos femelles et la dose relativement faible de PST utilisée expliquent la différence entre nos résultats et ceux de BIDANEL et al. (1990). En ce qui concerne le tissu gras nous retrouvons le phénomène décrit par BONNEAU et al. (1989) sur des porcs Large White, à savoir que les graisses sous cutanées sont très touchées, les graisses intermusculaires le sont beaucoup moins et les graisses internes pas du tout.

Exceptée la récente publication de CAPERNA et al. (1989) mentionnant l'absence d'effet de la PST (100 µg/kg de poids vif à des porcs Yorkshire abattus à 55 kg) sur la composition minérale des fémurs et un léger enrichissement de leur teneur en eau, personne jusqu'ici n'avait étudié les conséquences de ce type de traitement sur le **métabolisme osseux**. Nos résultats sembleraient démontrer un effet propre de la PST sur l'os,

puisque chez les animaux traités, l'accroissement significatif du poids des os (+14%) accompagné d'une augmentation parallèle (+15%) de leur résistance à la rupture (mesurée par le moment de flexion) sont nettement supérieurs à l'amélioration de la vitesse de croissance et du poids vif à l'abattage. Il est connu que l'os est un organe cible de l'hormone de croissance (ISAKSSON, et al., 1987) mais la plupart des résultats se rapportent à des travaux *in vitro* et non à l'animal entier comme dans cet essai.

Le fait qu'il y ait une différence significative entre les deux lots pour le poids des métatarsiens et non pour le poids total d'os obtenu après dissection pourrait s'expliquer au moins de deux façons. La mesure effectuée après dissection qui donne un poids d'os supérieur de 5% pour le lot PST est sans doute un critère d'évaluation beaucoup plus grossier que la mesure du poids des métatarsiens totalement disséqués de leurs attaches musculaires ou tendineuses. Enfin, les métatarsiens, en raison de leur situation anatomique sont des os davantage sollicités et porteurs que les autres et comme tels, davantage susceptibles de répondre à des traitements pouvant agir sur le développement du squelette (CROMWELL, 1989). L'accroissement de la résistance des métatarsiens n'est pas dû à une minéralisation différente puisque le poids des cendres rapporté à celui de la matière sèche osseuse est identique dans les deux groupes d'animaux mais vraisemblablement à l'augmentation de la masse osseuse. De plus, la porosité des os chez les femelles traitées à la PST n'est pas accrue puisque le poids des cendres rapporté au volume des os n'est pas altéré.

Il est important de remarquer que la composition des métatarsiens n'ayant pas changé, il pourrait s'agir d'un effet global de la PST sur la croissance osseuse qui irait de pair avec l'allongement de la carcasse. Quoiqu'il en soit, il faut rester très prudent avant de conclure à un éventuel bénéfice de la PST sur le métabolisme osseux. Ainsi lors d'une étude récente, nous n'avons pas observé de différence pour les mêmes paramètres osseux entre des porcs traités ou non par le GRF (growth hormone releasing factor) et ce, malgré une élévation significative de la concentration de somatotropine circulante chez les porcs traités (POINTILLART et al., 1989). Enfin, au cours d'essais très récents (BONNEAU, BIDANEL et POINTILLART, non publié), un effet du traitement à la PST sur le poids des os a été observé dans l'une des races (Mei-Shan) et pas chez l'autre (Piétrain), sans répercussion significative sur la résistance à la rupture. Tous ces essais portent sur des nombres trop réduits de porcs pour que nous puissions tirer des conclusions définitives. Cependant, nous pouvons au moins supposer qu'il n'y a pas d'effet négatif de la PST (ou du GRF) sur le métabolisme osseux. Le décalage entre la croissance osseuse et la croissance musculaire qui aurait pu être un facteur de risque ne semblerait pas avoir d'impact.

Cette étude est à notre connaissance la seule dans laquelle l'influence de la PST sur le **développement de l'appareil génital** de la truie Mei-Shan ait été recherchée. Aussi, nous ne pourrions discuter nos résultats que relativement à ceux obtenus sur des femelles de races originaires d'Europe à puberté beaucoup plus tardive. Nous n'observons pas d'effet de la PST sur l'apparition de la puberté en accord avec DAY et al. (1988) et ANDRES et al. (1989), mais contrairement à BRYAN et al. (1989a). Il est à noter que le retard de puberté chez les femelles traitées à la PST a été obtenu avec la dose la plus forte utilisée en période péri-pubertaire (70 µg/kg poids vif pour BRYAN et al., 1989a versus 50 µg environ/kg de poids vif pour les autres auteurs). De plus, dans le cas de l'étude de DAY et al. (1988)

les injections ont été arrêtées au moins 4 jours avant l'apparition de la puberté. En ce qui concerne le développement de l'appareil génital des femelles restées impubères, nous n'observons pas non plus d'effet de la PST, en accord avec BRYAN et al. (1988, 1989b) et TERLOUW et al. (1989), bien que ces auteurs aient utilisé des doses plus fortes. Il semble donc que malgré la forte réduction du développement du tissu adipeux, le développement sexuel ne soit pas été altéré. En accord avec PRUNIER et al. (1987) nous pouvons donc conclure que le lien entre le développement du tissu adipeux et la maturation sexuelle est faible. Cependant, même si le développement du tissu adipeux en période prépubertaire influe peu sur le moment d'apparition de la puberté, il est important pour le bon dérou-

lement de la carrière reproductrice de la truie.

CONCLUSION

Cette étude montre la possibilité d'améliorer, avec un traitement à la PST, la vitesse de croissance et le développement du tissu musculaire aux dépens du tissu adipeux chez le porc de race Mei-Shan dès la période de croissance. Par ailleurs, ce traitement ne semble pas avoir d'effet négatif ni sur le métabolisme osseux ni sur le développement sexuel. Cependant, une étude sur de plus grands effectifs d'animaux serait nécessaire pour conclure définitivement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHERNE F.X., KIRKWOOD R.N., 1985. *Reprod. Fert., Suppl.* 33, 169-183.
- ANDRES C.J., GREEN M.L., CLAPPER J.A., CLINE T.R., DIEKMAN M.A., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, Suppl. 1, Abstr. 802.
- BIDANEL J.P., BONNEAU M., GRUAND J., 1990. *J. Rech. Porcine en France*, 22, 69-76.
- BONNEAU M., LEFAUCHEUR L., MOUROT J., 1989. *J. Rech. Porcine en France*, 21, 31-38.
- BONNEAU M., 1990. *J. Rech. Porcine en France*, 22, 51-68.
- BRYAN K.A., CLARK M.A., HAGEN D.R., HAMMOND J.M., 1988. *J. Anim. Sci.*, 66, Suppl. 1, Abstr. 384.
- BRYAN K.A., HAMMOND J.M., CANNING S., MONDSCHHEIN J., CARBAUGH D.E., CLARK M.A., HAGEN D.R., 1989a. *J. Anim. Sci.*, 67, 196-205.
- BRYAN K.A., HAGEN D.R., CLARK M.A., HAMMOND J.M., 1989b. *J. Anim. Sci.*, 67, Suppl. 1, Abstr. 841.
- CAMPBELL R.G., STEELE N.C., MCMURTRY J.P., SOLOMON M.B., MITCHELL A.D., 1988. *J. Anim. Sci.*, 66, 1643-1655.
- CAPERNA T.J., CAMPBELL R.G., STEELE N.C., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, 654-663.
- CROMWELL G.L., 1989. *Feedstuffs*, 61, 16-20.
- DAY B.N., TERLOUW S., RIEKE A., 1988. *Congress on Biotechnology for control of growth and product quality in swine*. Wageningen, NL.
- ETIENNE M., LEGAULT J.C., 1974. *Journées Rech. Porcine en France*, 6, 57-62.
- ISAKSSON O.G.P., LINDANL A., NILSSON A., ISGAARD, J., 1987. *Endocrine Rev.*, 8, 426-438.
- KIRKWOOD R.N., THACKER P.A., LAARVELD B., 1989. *Domestic Animal Endocrinology*, 6, 167-176.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., GRUAND J., SELLIER P., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, 14, 143-150.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. *Génét., Sél. Evol.*, 15, 225-240.
- PRUNIER A., BONNEAU M., ETIENNE M., 1987. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 27, 689-700.
- PRUNIER A., 1989. *Journées Rech. Porcine en France*, 21, 115-120.
- POINTILLART A., FOURDIN A., FONTAINE N., 1987. *J. Nutr.*, 117, 907-913.
- POINTILLART A., BONNEAU M., KANN G., 1989. *J. Bone Min. Res.*, 4, Suppl. 1, S287.
- TERLOUW S.L., RIEKE A., CANTLEY T., DAY B.N., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, Suppl. 1, Abstr. 837.
- VAN DER STEEN H.A.M., VAN DIJK J., DE GROOT PN, KANIS E., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, Suppl. 1, Abstr. 189.