

PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DU GRAS DE BARDIÈRE ET DU MUSCLE LONG DORSAL CHEZ LE PORC

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) INRA, 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),
C. PERROCHEAU (MAURON), D. BRAULT (I.N.R.A. LE RHEU), Dominique SALORT (I.N.R.A. THEIX),
Geneviève LE HENAFF et Sylvie NUGIER (I.N.R.A. JOUY-EN-JOSAS).

Les paramètres génétiques des teneurs en eau et en lipides de la bardière et de la composition en acides gras des lipides de la bardière ainsi que les teneurs en eau et en lipides du muscle Long dorsal (LD) ont été étudiés chez des porcs de race Large White et Landrace Français. Les données ont été recueillies sur 881 porcs contrôlés en station publique et abattus à environ 100 kg de poids vif. Les animaux étaient nourris à volonté avec des aliments à base de blé, orge et tourteau de soja. Les échantillons de gras (à la fois couche interne et externe) et de muscle LD ont été prélevés au niveau des 13^{ème}-14^{ème} côtes.

Les paramètres génétiques ont été estimés à partir des composantes paternelles des variances et covariances (274 degrés de liberté pour l'effet père). Les estimées d'héritabilité ont été respectivement $0,34 \pm 0,16$ et $0,33 \pm 0,15$ pour les teneurs en eau et lipides du muscle LD, $0,25 \pm 0,15$ et $0,42 \pm 0,16$ pour les teneurs en eau et lipides de la bardière et $0,30 \pm 0,17$ et $0,65 \pm 0,17$ pour les teneurs en C18:0 et en C18:2 des lipides de la bardière. Les estimées des corrélations génétiques de la vitesse de croissance du tissu maigre (VCTM) avec les teneurs en lipides, eau, C18:0 et C18:2 de la bardière ont été respectivement $-0,22 \pm 0,16$, $0,22 \pm 0,16$, $-0,19 \pm 0,19$ et $0,30 \pm 0,15$. Ceci indique que la sélection en faveur de la VCTM devrait conduire à un gras dorsal plus pauvre en lipides et plus riche en acides gras polyinsaturés. La corrélation génétique de la VCTM avec la teneur en gras intramusculaire a été de $-0,14 \pm 0,20$: la sélection en faveur de la VCTM pourrait entraîner une diminution de la teneur en gras intramusculaire, mais de très faible ampleur.

Genetic parameters of compositional traits of backfat and Longissimus dorsi muscle in pigs.

Genetic parameters of lipid and water content of backfat and fatty acid composition of backfat on one hand, and of lipid and water content of Longissimus dorsi (LD) muscle on the other hand, were estimated on Large White and French Landrace pigs. Data were collected on centrally tested pigs slaughtered at around 100 kg liveweight. Pigs were fed ad libitum with barley, wheat, soja regimes. Samples of backfat (both inner and outer layers) and LD muscle were taken at the 13-14th rib level.

Genetic parameters were estimated from sire components of variances and covariances (274 d.f. for sires). Heritability estimates were respectively 0.34 ± 0.16 and 0.33 ± 0.15 for lipid and water content of LD muscle ; 0.25 ± 0.15 and 0.42 ± 0.16 for lipid and water contents of backfat ; 0.30 ± 0.17 and 0.65 ± 0.17 for C18:0 and C18:2 concentration of backfat lipids. Estimates of genetic correlations of lean tissue growth rate (LTGR) with lipid and water contents of backfat and C18:0 and C18:2 content of backfat lipids were -0.22 ± 0.16 , 0.22 ± 0.16 , -0.19 ± 0.19 and 0.30 ± 0.15 respectively, indicating that breeding for increased LTGR should result in backfat with lower lipid content, higher water content and higher concentrations of polyunsaturated fatty acids of backfat lipids. Estimate of genetic correlation of LTGR with lipid content of LD was -0.14 ± 0.20 , indicating that breeding for increased LTGR could induce a decrease in intramuscular lipid content, but only to a small extent.

INTRODUCTION

La 40^{ème} réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, en août 1989 à Dublin, a consacré une séance à la variabilité génétique de la qualité de la viande et du gras chez le porc : près de la moitié des communications avaient trait aux aspects génétiques de la qualité des gras et du taux de gras intramusculaire. Ceci témoigne de l'existence d'une évolution dans les préoccupations d'ordre qualitatif chez le porc où les aspects habituels de la qualité du tissu maigre, au travers de ses défauts majeurs que sont les états acide, PSE ou DFD, ne sont plus le centre d'intérêt unique des recherches européennes. Un élargissement s'opère, depuis quelques années, vers les aspects qualitatifs des tissus gras à cause du rôle du gras intramusculaire dans les qualités organoleptiques de la viande consommée fraîche (BARTON-GADE et BEJERHOLM, 1985 ; GANDEMER et al., 1990) et du rôle des gras de dépôt dans la qualité de divers produits carnés transformés (produits secs en particulier).

Cette évolution a pour origine la réduction spectaculaire de l'adiposité des carcasses au cours des vingt dernières années, qui s'accompagne d'une modification de la composition chimique des gras de dépôt et d'une réduction de la teneur en gras intramusculaire. Le rôle important joué par les facteurs génétiques, et en particulier la sélection, dans la modification de la composition corporelle du porc, justifie d'approfondir nos connaissances du déterminisme génétique de la composition chimique des gras de dépôt et du muscle pour connaître les possibilités d'une sélection éventuelle sur ces caractéristiques et appréhender leurs relations génétiques avec les critères de sélection habituels.

C'est l'objet de la présente étude qui entre dans un programme de recherche plus vaste sur les aspects génétiques des tissus gras (voir BOUT et al., 1988 et 1990).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux

L'étude porte sur des porcs de race Large White et Landrace Français élevés dans les stations publiques de contrôle de la descendance de Mauron, Le Deschaux, Le Rheu et Le Transloy. Les porcs (femelles et mâles castrés) y sont nourris à volonté avec un aliment à base de blé, orge et tourteau 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 (Anonyme, 1989). La vitesse de croissance du tissu maigre (VCTM) entre les poids de 35 et 100 kg a été calculée pour chaque animal par la relation : $VCTM \text{ (en g/j)} = \text{gain moyen quotidien (en g)} \times \text{rendement de carcasse à 100 kg (en \%)} \times \text{taux de muscle estimé (en \%)} \times 10^{-4}$. Cette relation est une approximation satisfaisante de la quantité de muscle déposée journalièrement puisqu'on peut admettre que le rapport poids de muscle / poids vif est à peu près le même à 35 et à 100 kg.

Pour permettre l'estimation des paramètres génétiques, les 881 porcs de l'étude ont été choisis selon une structure familiale de demi-germains de père. Ils sont issus de 276 pères et 683 mères, chaque père ayant des descendants issus d'au moins 2 mères différentes.

1. 2. Prélèvements et analyses chimiques

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 un prélèvement de 100 g de gras sous-cutané et de 100 g de muscle Long dorsal. La séparation entre ces deux tissus 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.

Les teneurs en lipides de la bardière et du muscle Long dorsal ont été mesurées par la méthode d'ARNETH (1972). Les teneurs en eau de ces deux tissus ont été déterminées par un étuvage à 105°C de 10 g de broyat pendant 2 heures pour le gras et de 5 g de broyat pendant 24 h pour le muscle.

La composition en acides gras des lipides de la bardière 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, associé à un intégrateur numérique permettant de quantifier les acides gras. Le détail des méthodes d'extraction des lipides, de préparation des esters méthyliques (CHRISTOPHERSON et GLASS, 1969) et de chromatographie a été exposé par BOUT et al. (1988).

1. 3. Analyse statistique

Les animaux de même sexe, contrôlés dans la même station et pendant la même période ont été regroupés en lots dont la taille moyenne est de 28,4 porcs. Les données ont été exprimées en écart à la moyenne des lots et soumises à une analyse hiérarchique classique selon une classification race/père/mère, pour estimer les composantes paternelles, maternelles et résiduelles de variance et covariance. Les héritabilités sont estimées par le rapport de 4 fois la composante de la variance paternelle (avec 274 d.d.l.) à la somme des composantes paternelles, maternelles et résiduelles de la variance. Les corrélations phénotypiques ont été estimées à partir de la somme des composantes paternelles, maternelles et résiduelles de variance et de covariance. Les corrélations génétiques ont été obtenues à partir des composantes paternelles de variance et de covariance.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Héritabilités

Les estimées des héritabilités sont présentées au tableau 1.

Les héritabilités des teneurs en eau, en lipides et en assise protéique de la bardière sont moyennes : respectivement $0,42 \pm 0,16$, $0,25 \pm 0,16$ et $0,31 \pm 0,15$. CAMERON et WARRISS (1989) rapportent une héritabilité comparable (0,32) pour la teneur en eau du gras sous-cutané. Les héritabilités des teneurs en acides gras des lipides de la bardière sont en général plus fortes (environ 0,50) et diffèrent légèrement selon la famille d'acides gras considérée. C'est ainsi que la teneur en acide stéarique (C18:0) a une héritabilité légèrement plus faible que les teneurs en acides gras insaturés. SCHWÖRER et al. (1988) rapportent également de fortes héritabilités, comprises entre 0,4 et 0,9, pour les teneurs en acides gras de différents gras de dépôt. L'ensemble de ces résultats sont également cohérents avec l'héritabilité élevée (0,70) de la

fermeté du gras dorsal trouvée par CAMERON et WARRISS (1989). Il se dégage donc la conclusion que la composition en acides gras du gras sous-cutané est sous la dépendance d'une importante variance génétique additive.

Les héritabilités des teneurs en eau et en lipides du muscle Long dorsal sont moyennes et très proches l'une de l'autre ($h^2 = 0,33 - 0,34$). La revue bibliographique de SCHWÖRER

et al. (1989) montre que, sur 11 estimations de l'héritabilité du taux de gras intramusculaire, cinq d'entre elles sont en accord avec notre résultat et six autres indiquent par contre des valeurs plus élevées de l'ordre de 0,5 - 0,6. Deux études récentes (IANSSEN et SEHESTED, 1989 et KANGASNIEMI et HONKAVAARA, 1989) viennent confirmer également l'héritabilité moyenne du taux de gras intramusculaire ($h^2 = 0,26$ et $0,30$ respectivement).

TABEAU 1
ESTIMÉES DES HÉRITABILITÉS DES CARACTÉRISTIQUES DE LA COMPOSITION CHIMIQUE
DU MUSCLE LONG DORSAL ET DE LA BARDIÈRE.

Caractère	Moyenne	Ecart-type (1)	$h^2 \pm s(h^2)$ (2)
Composition chimique du muscle (%)			
eau	74,5	0,8	$0,33 \pm 0,15$
lipides	1,22	0,45	$0,34 \pm 0,16$
Composition chimique de la bardière (%)			
eau	9,3	2,1	$0,42 \pm 0,16$
lipides	81,5	5,0	$0,25 \pm 0,15$
assise protéique	9,2	4,6	$0,31 \pm 0,15$
Composition en acides gras des lipides de la bardière (%)			
C16:0	25,4	1,2	$0,79 \pm 0,16$
C18:0	15,3	1,6	$0,30 \pm 0,17$
C16:1	4,8	0,5	$0,76 \pm 0,17$
C18:1	44,7	2,0	$0,59 \pm 0,17$
C18:2	8,6	1,1	$0,65 \pm 0,17$
acides gras saturés (S)	42,4	2,2	$0,51 \pm 0,17$
acides gras monoinsaturés	47,0	2,0	$0,60 \pm 0,17$
acides gras polyinsaturés (P)	9,8	1,3	$0,64 \pm 0,16$
P/S	0,233	0,040	$0,67 \pm 0,15$

(1) écart-type intra lot et race

(2) $s(h^2)$ = erreur standard de l'estimée de l'héritabilité

2.2. Corrélations phénotypiques et génétiques

Les estimées de corrélations génétiques (r_A) et phénotypiques (r_P) entre les variables de composition chimique des deux tissus étudiés et les variables de production sont rapportés dans les tableaux 2 et 3.

Les corrélations phénotypiques entre le gain moyen quotidien et les caractéristiques chimiques de la bardière et du muscle Long dorsal sont toutes proches de zéro. Certaines corrélations génétiques tendent à être plus marquées, mais la faible précision de nos estimées (erreur standard de l'ordre de 0,20) incite à interpréter les chiffres avec prudence. On enregistre une corrélation génétique légèrement positive entre le gain moyen quotidien et la teneur en lipides du muscle Long dorsal ($r_A = 0,14 \pm 0,20$). Cependant les références bibliographiques indiquent généralement des corrélations plus fortes, comprises entre 0,30 et 0,60 (SCHWÖRER et al., 1989) qui tendent à montrer que le taux de gras intramusculaire devrait augmenter sous l'effet de l'amélioration génétique de la vitesse de croissance. De la même manière, l'amélioration de la vitesse

de croissance par la sélection est susceptible d'avoir de légères répercussions sur la composition chimique de la bardière : augmentation de la teneur en eau ($r_A = 0,19 \pm 0,18$) et de la proportion des acides gras saturés ($r_A = 0,25 \pm 0,18$), et diminution de la teneur en acides gras monoinsaturés ($r_A = -0,23 \pm 0,17$).

Les corrélations des variables de composition chimique avec le taux de muscle estimé sont dans l'ensemble plus fortes qu'avec la croissance journalière. Les teneurs en gras intramusculaire et le taux de muscle estimé montrent une corrélation génétique négative et étroite ($r_A = -0,55 \pm 0,22$), mais moins marquée au plan phénotypique ($r_P = -0,14$). Les références bibliographiques indiquent toutefois des corrélations génétiques plus faibles, comprises entre 0 et -0,4 (JUST et al., 1983 ; SCHWÖRER et al., 1987 ; MOREL et al., 1988 ; CAMERON et WARRISS, 1989 ; IANSSEN et SEHESTED, 1989). La corrélation avec la teneur en eau du muscle est légèrement positive sur le plan phénotypique ($r_P = 0,14$) et voisine de zéro sur le plan génétique. Les teneurs en eau et lipides de la bardière sont fortement liées à la teneur en

TABEAU 2
ESTIMÉES DES CORRÉLATIONS PHÉNOTYPIQUES (r_p) ET GÉNÉTIQUES (r_A) DES TENEURS EN LIPIDES ET EAU
DU MUSCLE LONG DORSAL AVEC LES CARACTÈRES DE PRODUCTION.

	Muscle Long dorsal			
	% lipides		% eau	
	r_p (1)	$r_A \pm s(r_A)$ (2)	r_p (1)	$r_A \pm s(r_A)$ (2)
Gain moyen quotidien (g/j)	0,00	0,14 ± 0,20	0,01	0,32 ± 0,21
Poids de bardière (kg)	0,12 **	0,51 ± 0,24	- 0,15 **	-0,21 ± 0,23
Poids de longe (kg)	-0,10 *	-0,54 ± 0,22	0,08	-0,20 ± 0,23
% de muscle estimé	-0,14 **	-0,55 ± 0,22	0,14 **	0,05 ± 0,22
Vitesse de croissance du tissu maigre	-0,05	-0,14 ± 0,20	0,07	0,24 ± 0,20
pH 24 du muscle Adducteur	0,01	0,49 ± 0,31	0,10 *	-0,22 ± 0,32
Réflectance du muscle Long vaste	0,06	-0,16 ± 0,39	-0,03	0,87 ± 0,52
IQV	-0,01	0,41 ± 0,30	0,09 *	-0,47 ± 0,34

(1) * et ** : r_p significativement différent de 0 aux seuils $P < 0,05$ et $P < 0,01$ respectivement
(2) $s(r_A)$ = erreur standard de l'estimée de la corrélation génétique

TABEAU 3
ESTIMÉES DES CORRÉLATIONS PHÉNOTYPIQUES (1^{ère} ligne) ET GÉNÉTIQUES (2^{ème} ligne)
DES VARIABLES DE COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BARDIÈRE AVEC LES CARACTÈRES DE PRODUCTION (1).

	GMQ	% muscle estimé	Vitesse de croissance du tissu maigre	Poids de bardière
% eau	-0,01 0,19 ± 0,18	0,41 ** 0,50 ± 0,15	0,15 ** 0,22 ± 0,16	-0,42 ** -0,53 ± 0,17
% lipides	0,03 0,01 ± 0,24	-0,46 ** -0,77 ± 0,21	-0,15 ** -0,22 ± 0,22	0,46 ** 0,72 ± 0,22
% C18:0	0,03 0,17 ± 0,22	-0,30 ** -0,49 ± 0,21	-0,10 ** -0,19 ± 0,19	0,28 ** 0,45 ± 0,23
% C18:2	-0,06 -0,02 ± 0,17	0,57 ** 0,89 ± 0,11	0,19 ** 0,30 ± 0,15	-0,54 ** -0,81 ± 0,12
% saturés (S)	0,07 0,25 ± 0,18	-0,35 ** -0,43 ± 0,16	-0,09 * -0,09 ± 0,16	0,34 ** 0,31 ± 0,19
% monoinsaturés	-0,03 -0,23 ± 0,17	0,03 -0,06 ± 0,18	-0,00 -0,07 ± 0,15	-0,04 0,14 ± 0,20
% polyinsaturés (P)	-0,07 -0,03 ± 0,17	0,54 ** 0,82 ± 0,11	0,16 ** 0,27 ± 0,15	- 0,51 ** - 0,75 ± 0,13
P/S	-0,09 * -0,12 ± 0,16	0,57 ** 0,77 ± 0,10	0,16 ** 0,21 ± 0,14	- 0,54 ** - 0,67 ± 0,12

(1) voir note du tableau 2

muscle : respectivement $r_p = 0,41$ et $-0,46$ et $r_A = 0,50 \pm 0,15$ et $-0,77 \pm 0,19$. CAMERON et WARRISS (1989) rapportent une corrélation génétique semblable ($r_A = 0,4$) entre la teneur en eau de la bardière et la teneur en muscle de la carcasse. La composition en acides gras des lipides de la bardière présente des corrélations élevées avec la teneur en muscle. La teneur en acide linoléique (C18:2) est d'autant plus élevée que la teneur en muscle augmente ($r_p = 0,57$ et $r_A = 0,89 \pm 0,11$), de même que le rapport des acides gras polyinsaturés aux acides gras saturés ($r_p = 0,57$ et $r_A = 0,77 \pm 0,10$). A contrario, les teneurs en acide stéarique (C18:0) et en acides gras saturés sont d'autant plus faibles que la teneur en muscle augmente (respectivement $r_p = -0,30$ et $-0,35$ et $r_A = -0,49 \pm 0,21$ et $-0,43 \pm 0,16$). Par contre, la teneur en acides gras monoinsaturés est indépendante de la teneur en muscle. Des corrélations génétiques positives comprises entre 0,4 et 0,8 ont également été enregistrées par SCHWÖRER et al. (1988) entre la teneur en acide linoléique de plusieurs gras de dépôt et la teneur en muscle. Enfin, l'expérience de sélection de SCOTT et al. (1981), et dans une moindre mesure celle de WOOD et al. (1978), confirment une augmentation du degré d'insaturation des gras de dépôt en réponse à une sélection pour une faible épaisseur de lard dorsal. Tous ces résultats concourent donc à montrer que l'augmentation par sélection de la teneur en muscle de la carcasse a des effets marqués sur la composition chimique de la bardière, et en particulier une diminution de la teneur en lipides de la bardière et une augmentation de la teneur en acides gras polyinsaturés des lipides déposés.

Les corrélations phénotypiques entre les variables de qualité de viande et les teneurs en eau et en lipides du muscle Long dorsal sont proches de zéro. Certaines estimées des corrélations génétiques sont fortes mais elles sont à considérer avec beaucoup de réserves du fait de leurs erreurs-standard élevées. Précisons que les mesures de qualité de viande considérées sont celles effectuées en routine dans les stations de contrôle de la descendance sur la coupe du jambon sur les muscles Adducteur (pH) et Long vaste (réflectance et temps d'imbibition), et qu'il s'agit donc de mesures prises sur des muscles différents du muscle Long dorsal.

2.3. Réponses corrélatives attendues à la sélection actuelle

Une vue plus synthétique des résultats de cette étude est donnée par les corrélations entre les variables de composition chimique des 2 tissus analysés et la vitesse de croissance du tissu maigre dont l'augmentation est l'objectif de sélection principal des plans d'amélioration génétique actuels. Comme indiqué au tableau 2, les corrélations génétiques de cette variable avec les teneurs en lipides et en eau du muscle Long dorsal sont respectivement $-0,14 \pm 0,20$ et $0,24 \pm 0,20$. Un gain génétique de 10 % de la vitesse de croissance du tissu maigre (soit environ 37 g/j) entraînerait une diminution de 0,04 % du taux de lipides intramusculaires. Cette réponse indirecte

négative à la sélection montre donc que l'amélioration de la quantité de muscle déposé par jour, dans des conditions d'alimentation à volonté, a une conséquence légèrement défavorable sur la teneur en gras intramusculaire, mais son ampleur reste modérée puisque les gains génétiques annuels en matière de vitesse de croissance du tissu maigre sont de 1 % environ. De plus, plusieurs résultats de la bibliographie indiquent des corrélations génétiques positives avec la vitesse de croissance du tissu maigre (0,10 à 0,30, d'après la revue bibliographique de SCHWÖRER et al., 1989) qui conduiraient à des réponses indirectes positives pour le taux de lipides intramusculaires.

Concernant les caractéristiques de composition chimique de la bardière, les corrélations génétiques avec la vitesse de croissance du tissu maigre sont égales à $0,22 \pm 0,22$ pour la teneur en lipides et à $0,30 \pm 0,15$ pour la teneur de ces lipides en acide linoléique (C18:2). Ceci indique que l'amélioration de la vitesse de croissance du tissu maigre devrait se traduire par des gras sous-cutanés légèrement moins riches en lipides et moins fermes à cause d'une teneur en acide linoléique plus élevée. Sur la base des paramètres de la présente étude, un gain génétique de 10 % de la vitesse de croissance du tissu maigre se traduirait par des réponses indirectes à la sélection égales respectivement à $-0,6\%$, $+0,3\%$, $-0,2\%$ et $+0,3\%$ pour les teneurs en lipides et en eau de la bardière et les teneurs en C18:0 et en C18:2 des lipides de la bardière. Les mécanismes responsables de ces liaisons génétiques ont été discutées notamment par METZ (1985) qui suggère que les variations génétiques dans les quantités d'acides gras déposés sont affectées par le rapport entre les acides gras d'origine alimentaire et les acides gras synthétisés de novo. Comme le porc est incapable de synthétiser l'acide linoléique, la plus forte teneur de cet acide gras dans les gras de dépôt chez les porcs génétiquement plus maigres s'explique par une plus faible quantité déposée d'acides gras synthétisés de novo qui sont essentiellement de type saturé.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude, dont la majorité sont en accord avec les références bibliographiques, indiquent des héritabilités moyennes ou élevées pour les caractéristiques de la composition chimique de la bardière et du gras intramusculaire. La modification de ces caractéristiques par la sélection est donc tout à fait envisageable. Une telle orientation a été adoptée récemment en Suisse où le taux de gras intramusculaire est retenu comme critère de sélection avec comme objectif imposé de l'augmenter de 0,03 % par génération (MOREL et al., 1988).

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude à l'ACTA pour sa contribution au financement de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 1989. *Techni-Porc* 12, 2, 35-49
- ARNETH W., 1972. *Fleischwirtschaft*, 52, 1455-1458
- BARTON-GADE P.A., BEJERHOLM C., 1985. *Pig Farming* 33 (12) 56-57
- BOUT J., GIRARD J.P., SELLIER P., RUNAVOT J.P., SALORT D., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 21, 279-284
- BOUT J., GIRARD J.P., SELLIER P., RUNAVOT J.P., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 29-34.
- CAMERON N.D., WARRISS P.D., 1989. *Anim. Prod.*, 48, 621-622 (Abstr.)
- CHRISTOPHERSON S.W., GLASS R.L., 1969. *J. Dairy Sci.*, 52, 1289-1290
- GANDEMER G., BONNOT C., VEDRENNE P., CARITEZ J.P., LEGAULT C., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 23-28.
- IANSSSEN K., SEHESTED E., 1989. 40^{ème} Réunion Annuelle de la F.E.Z., Dublin GP3-20
- JUST A., PEDERSEN O.K., JORGENSEN H., KRUSE V., 1983. Report n° 548, Nat. inst. Anim. Sci., Copenhagen, Denmark, 36p
- KANGASNIEMI R., HONKAVAARA M., 1989. 40th Ann. Meet. of the EAAP, Dublin, paper GP3-11
- METZ S.H.M., 1985. *Pig News and Information*, 6, 291-294
- MOREL P., SCHWÖRER D., REBSAMEN A., 1988. *Der Kleinviehzüchter*, 36, 1341-1350
- SCHWÖRER D., MOREL P., REBSAMEN A., 1987. *Der Tierzüchter*, 39, 392-394.
- SCHWÖRER D., MOREL P., PRABUCKI A., REBSAMEN A., 1988. 34th International Congress on Meat Science and Technology, Brisbane, Australia. Proceedings Part B, pp. 598-600
- SCHWÖRER D., MOREL P., REBSAMEN A., 1989. 40^{ème} Réunion Annuelle de la F.E.Z., Dublin, GP3-2
- SCOTT R.A., CORNELIUS S.G., MERSMANN H.J., 1981. *J. Anim. Sci.*, 53, 977-981.
- WOOD J.D., ENSER M.R., MacFIE H.J.H., SMITH W.C., CHADWICK J.P., ELLIS M., LAIRD R., 1978. *Meat Sci.*, 2, 289-300