

## CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ENTRE LES CARACTÈRES MESURÉS DANS LES STATIONS PUBLIQUES ET EN ÉLEVAGE DANS LES RACES PORCINES *LARGE WHITE* ET *LANDRACE FRANÇAIS*

J.P. BIDANEL (1), A. DUCOS (2)

(1) I.N.R.A., Station de Génétique Quantitative et Appliquée - 78352 Jouy-en-Josas Cedex

(2) Institut Technique du Porc, Pôle Amélioration de l'Animal - BP 3, 35650 Le Rheu

Les corrélations génétiques entre les caractères mesurés en station publique de contrôle de performance et les caractères mesurés dans les élevages de sélection ont été estimées dans les races *Large White* (LW) et *Landrace Français* (LF) par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte appliquée à un modèle animal multicaractère. Les caractères mesurés en station sont le gain moyen quotidien (GMQ1), l'épaisseur moyenne de lard dorsal (ELD) et l'indice de consommation (IC) des candidats à la sélection, ainsi que le gain moyen quotidien (GMQ2), le rendement de carcasse (RDT), le pourcentage de muscle (PM) et l'indice de qualité de la viande (IQV) de collatéraux abattus. Deux caractères, l'âge (A100) et l'épaisseur moyenne de lard dorsal (L100) à 100kg, sont mesurés en élevage. Les effectifs contrôlés en station considérés sont de 7068 et 3392 candidats, 3332 et 1735 collatéraux, respectivement, dans les races LW et LF. Les effectifs correspondants contrôlés en ferme sont, respectivement, de 16670 et 8244 animaux des deux sexes. Les corrélations génétiques entre A100 et les GMQ mesurés en station varient entre -0,50 et -0,67. L100 est fortement lié à ELD (-0,91 dans les deux races) et à PM (-0,84 en LW; -0,70 en LF). Des corrélations favorables assez marquées sont également obtenues entre IC et A100 (0,32 en LW; 0,45 en LF) ou L100 (0,54 et 0,51, respectivement, en LW et LF). IQV apparaît peu lié à A100, mais présente une corrélation défavorable avec L100 dans les deux races.

### **Genetic Relationships between test station and on-farm performance traits in *Large White* and *French Landrace* pig breeds**

Genetic correlations between test station and on-farm performance traits were estimated in *Large White* (LW) and *French Landrace* (LF) pig breeds using a restricted maximum likelihood procedure applied to a multiple trait individual animal model. Traits recorded in test stations were average daily gain (ADG1), average backfat thickness (ABT), feed conversion ratio (FCR) measured on candidates to selection, average daily gain (ADG2), dressing percentage (DP), estimated carcass lean content (ECLC) and meat quality index (MQI) measured on slaughtered sibs. On-farm traits were age (A100) and average backfat thickness (B100) at 100 kg. Test station data involved records on 7068 and 3392 candidates, 3332 and 1735 slaughtered sibs, respectively, for LW and LF breeds. On-farm data consisted in records from 16670 (LW) and 8244 (LF) pigs of both sexes. Genetic correlations between A100 and ADG1 or ADG2 varied between -0.50 and -0.67. B100 was strongly related to ABT (-0.91 in both breeds) and ECLC (-0.84 and -0.70, respectively, in LW and LF breeds). Strongly favourable genetic correlations were also obtained between FCR and A100 (0.32 and 0.45, respectively, in LW and LF breeds) or B100 (0.54 and 0.51, respectively, in LW and LF breeds). MQI was almost independent of A100, but unfavourably related to B100 in both breeds.

## INTRODUCTION

L'estimation de la valeur génétique des futurs reproducteurs repose sur une connaissance précise des paramètres génétiques des caractères sélectionnés. Les méthodes classiques d'estimation des paramètres génétiques (OLLIVIER, 1981) conduisent souvent à des estimations biaisées lorsque les populations étudiées sont sélectionnées. Cette situation a conduit au développement ces dernières années de méthodes basées sur le maximum de vraisemblance, beaucoup plus robustes en situation de sélection (MEYER et THOMPSON, 1984; IM *et al.*, 1989).

La sélection pour les caractères de production dans les races porcines françaises repose sur des contrôles de performances réalisés d'une part dans des stations publiques, d'autre part dans les élevages de sélection. Des estimations des paramètres génétiques pour les caractères mesurés en station et en élevage par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte ("restricted maximum likelihood" - REML-PATTERSON et THOMPSON, 1971) ont fait l'objet de présentations lors de récentes Journées de la Recherche Porcine (DUCOS *et al.*, 1993; LABROUE *et al.*, 1993). L'objet de cette communication est de présenter les résultats relatifs à l'estimation des relations génétiques entre les caractères mesurés en station et ceux mesurés dans les élevages de sélection.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Origine et structure des données

#### 1.1.1. Contrôle en station

L'ensemble des données collectées dans les cinq stations publiques de contrôle de performances françaises entre 1990 et 1994 dans les races *Large White* (LW) et *Landrace Français* (LF) ont été utilisées. Elles proviennent de deux groupes d'animaux: des jeunes verrats candidats à la sélection d'une part, des collatéraux abattus à la fin du contrôle d'autre part. Les animaux sont tous élevés dans des cases de 12 et alimentés à volonté. Les jeunes verrats sont contrôlés entre 35 et 90 kg de poids vif. Les animaux sont pesés deux fois au début et à la fin de la période de contrôle. Les dates de mesures sont choisies de telle façon que les deux pesées du début et de la fin du contrôle encadrent 35 et 90 kg, respectivement. Cette pratique permet d'ajuster par intrapolation les caractères mesurés pour le poids initial et/ou final. L'épaisseur de lard dorsal est mesurée deux fois en fin de contrôle, au moment des pesées. Les mesures sont réalisées à l'aide d'un appareil à ultra-sons, à quatre centimètres de part et d'autre de la colonne vertébrale, au niveau des reins, du dos et des épaules.

Les collatéraux sont contrôlés de 35 à 100 kg de poids vif. Une pesée unique est réalisée au début et à la fin de la période de contrôle. Les animaux sont abattus dans la semaine qui suit la dernière pesée. La carcasse de chaque animal est découpée selon une méthode standardisée (ANONYME, 1990). Trois mesures de qualité de la viande sont prises sur le jambon le jour suivant l'abattage: 1) le pH ultime (pHu) du muscle *Adductor femoris*; 2) le pouvoir de rétention d'eau (PRE) estimé en mesurant le temps (en dizaines de secondes) d'imbibition d'une feuille de papier buvard posée sur la surface fraîchement coupée du muscle *Gluteus superficialis*;

la réflectance à 630 nm (REF) du muscle *Gluteus superficialis*, mesurée à l'aide d'un réflectomètre Rétrorlux de Valin-David (échelle de 0 à 1000).

Sept caractères sont considérés dans cette étude. Trois d'entre eux sont mesurés sur les jeunes verrats candidats à la sélection :

1. le gain moyen quotidien de 35 à 90 kg (GMQ1) ;
2. l'indice de consommation de 35 à 90 kg (IC) ;
3. l'épaisseur moyenne de lard dorsal mesurée aux ultra-sons à 90 kg (ELD).

Quatre caractères sont mesurés sur les collatéraux abattus :

1. le gain moyen quotidien de 35 à 100 kg (GMQ2) ;
2. le rendement de carcasse avec tête et pieds (RENDT) ;
3. le pourcentage de muscle estimé dans la carcasse (PM) ;
4. l'indice de qualité de la viande (IQV).

PM a été estimé à partir des poids de six morceaux de découpe exprimés en proportion du poids de la demi-carcasse à partir de l'équation :

$$\begin{aligned} \text{PM} = & -42,035 + 1,282(\% \text{jambon}) + 1,818(\% \text{longe}) \\ & - 0,678(\% \text{bardière}) + 0,040(\% \text{panne}) \\ & + 0,701(\% \text{poitrine}) + 0,616(\% \text{épaule}) \end{aligned}$$

L'IQV, établi comme un prédicteur du rendement technologique de la fabrication du jambon de Paris, a été calculé à partir de l'équation suivante (GUEBLEZ *et al.*, 1990) :

$$\text{IQV} = -35 + 8,329 \text{ pHu} + 0,127 \text{ PRE} - 0,0074 \text{ REF}$$

Les principales informations sur la structure des données, ainsi que la valeur moyenne et l'écart-type de chacune des variables étudiées figurent dans les tableaux 1 et 2.

#### 1.1.2 - Contrôle en ferme

Le contrôle en ferme, qui porte sur des animaux des deux sexes, est également conduit en bandes. Une bande est définie comme un groupe d'au moins 15 animaux de même sexe, nés dans une même quinzaine et issus de plus de trois pères différents. Les animaux sont élevés par loges de 10 à 15 et sont alimentés à volonté. Le contrôle, qui consiste en une pesée et une mesure de l'épaisseur de lard dorsal (aux six sites habituels de mesure) a lieu le même jour pour l'ensemble des animaux d'une bande à un poids moyen d'environ 100kg. Deux caractères sont étudiés: l'âge (A100) et la moyenne des six épaisseurs de lard dorsal (L100), ajustés à 100kg selon les équations proposées par JOURDAIN *et al.* (1989).

Les moyens informatiques disponibles ne permettant pas d'inclure dans l'analyse l'ensemble des données de contrôle en ferme des élevages plaçant des animaux en station, seul un échantillon de données a été utilisé. Un premier fichier a été constitué en recherchant dans le fichier de contrôle en ferme disponible au Centre de Traitement de l'Information Génétique (CTIG) de l'INRA les frères de portée des animaux contrôlés en station et l'ensemble de leurs contemporains de contrôle. Dans une seconde étape, deux animaux par portée ont été choisis au hasard dans ce premier fichier. La structure des données est présentée dans le tableau 1.

### 1.2. Modèle d'analyse

Les composantes de variance et de covariance ont été estimées par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte appliquée à un modèle animal multicaractère

Tableau 1 - Structure des données analysées

	Large White	Landrace
<b>Nombre d'animaux contrôlés en station</b>		
- Candidats	7068	3332
- Collatéraux abattus	3392	1735
<b>Nombre d'animaux contrôlés en ferme</b>	16670	8244
<b>Nombre total d'animaux</b>	37467	17694
<b>Nombre de pères</b>		
- Candidats	1434	718
- Collatéraux	1283	1458
- Animaux contrôlés en ferme	1197	2776
<b>Nombre de mères</b>		
- Candidats	3708	1747
- Collatéraux	2933	1458
- Animaux contrôlés en ferme	5901	2776
<b>Nombre de bandes</b>	1073	642
<b>Nombre de séries d'abattage</b>	259	226
<b>Nombre de portées</b>	11749	5607

Tableau 2 - Moyennes et écart-types des caractères étudiés

	Large White		Landrace Français	
	Moyenne	Écart-type global	Moyenne	Écart-type global
<b>Contrôle en station</b>				
<b>Candidats</b>				
- Gain moyen quotidien (g/j)	914	95	889	91
- Épaisseur moyenne de lard dorsal (mm)	11,27	1,57	11,78	1,50
- Indice de consommation	2,40	0,19	2,50	0,21
<b>Apparentés</b>				
- Gain moyen quotidien (g/j)	889	102	864	94
- Rendement de carcasse (%)	79,2	1,6	78,3	1,8
- Taux de muscle estimé dans la carcasse (%)	51,6	3,5	49,8	3,3
- Indice de qualité de la viande (point)	11,17	2,70	11,58	2,61
<b>Contrôle en ferme</b>				
Âge à 100 kg (j)	152,1	12,9	155,7	12,1
Épaisseur de lard dorsal à 100 kg (mm)	12,25	2,16	12,88	1,92

(BIDANEL *et al.*, 1990). Le modèle prenait en compte les effets fixés de la série d'abattage (pour l'IQV) ou de la bande de contrôle (pour les autres variables), du sexe, les effets aléatoires de l'environnement commun aux animaux d'une même portée et de la valeur génétique additive de chaque animal, la régression linéaire sur le poids d'abattage (pour RENDT, PM et IQV) ou sur le poids à la mise en contrôle (pour GMQ2).

Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel VCE (GROENEVELD, 1994). Les composantes de (co)variance pour l'ensemble des variables ne pouvant être estimés simultanément, les calculs ont été effectués pour les caractères pris deux à deux, soit au total 28 analyses. La recherche du maximum de la fonction de vraisemblance a été réalisée à l'aide d'un algorithme de recherche directe ("Downhill Simplex").

## 2. RÉSULTATS

Les estimations d'héritabilité ( $h^2$ ), des effets de milieu commun de la portée de naissance ( $c^2$ ) et des écart-types phénotypiques figurent dans le tableau 3. Les écart-types phénotypiques sont assez proches dans les deux races avec, sauf pour IC et RDT, des valeurs légèrement supérieures en race LW. Les héritabilités de A100 sont voisines dans les deux races. Elle est proche de la valeur obtenue pour GMQ1 en race LW, mais inférieure en

race LF. A l'inverse, GMQ2 est plus héritable que A100 chez le LW, mais pas chez le LF. Les héritabilités des mesures d'épaisseur de lard sont également similaires dans les deux races, mais sont sensiblement plus élevées en station qu'en ferme. Les valeurs d'héritabilité d'IC et de PM sont plus élevées en race LF qu'en LW. Inversement, IQV et surtout RDT sont plus héritables chez le LW. Les valeurs de  $c^2$  sont en général faibles pour les caractères de carcasse, mais relativement plus élevées pour les caractères de croissance et surtout l'IQV.

**Tableau 3** - Estimations des héritabilités ( $h^2$ ), des effets de milieu commun de la portée de naissance ( $c^2$ ) et des écart-types phénotypiques ( $\sigma$ ).

Caractères	Large White			Landrace français		
	$h^2$	$c^2$	$\sigma$	$h^2$	$c^2$	$\sigma$
<b>Contrôle en station</b>						
Gain moyen quotidien de 35 à 90 kg (g/j)	0,23	0,17	83	0,34	0,09	81
Épaisseur de lard dorsal à 90 kg (mm)	0,57	0,06	1,48	0,57	0,06	1,41
Indice de consommation de 35 à 90 kg	0,19	0,15	0,17	0,23	0,05	0,19
Gain moyen quotidien de 35 à 100 kg (g/j)	0,35	0,05	86	0,23	0,06	84
Rendement de carcasse (%)	0,46	0,01	1,43	0,24	0,13	1,58
Taux de muscle dans la carcasse (%)	0,64	0,01	3,31	0,69	0,03	3,13
Indice de qualité de la viande (point)	0,26	0,29	2,41	0,17	0,33	2,33
<b>Contrôle en ferme</b>						
Âge à 100 kg (j)	0,24	0,13	9,7	0,25	0,13	9,2
Épaisseur de lard dorsal à 100 kg (mm)	0,43	0,08	1,75	0,45	0,06	1,59

Les corrélations génétiques entre les caractères mesurés en station et en ferme sont présentées dans le tableau 4. Les corrélations génétiques entre les mesures de vitesse de croissance en ferme (A100) et en station (GMQ1 et GMQ2) sont relativement élevées (de -0,50 à -0,67). Les mesures d'épaisseur de lard sont très fortement corrélées (-0,91 dans les deux races). L100 est également fortement lié à PM, aussi bien en race LW (-0,84) qu'en LF (-0,70).

Des corrélations favorables assez marquées sont également obtenues entre IC et les caractères mesurés en ferme. A l'inverse, RDT est lié de façon défavorable à L100 et surtout à A100. On peut également noter la liaison défavorable entre L100 et la qualité de la viande dans les deux races, ainsi que les liaisons plutôt favorables entre la vitesse de croissance (GMQ ou A100) et les caractères de composition corporelle (ELD, PM et L100).

**Tableau 4** - Corrélations génétiques entre caractères mesurés en station et caractères mesurés en ferme dans les races Large White et Landrace Français.

Caractères mesurés en station	Caractères mesurés en ferme			
	Âge à 100 kg		Épaisseur de lard dorsal à 100 kg	
	Large White	Landrace français	Large White	Landrace français
Gain moyen quotidien de 35 à 90 kg	-0,67	-0,65	0,18	-0,08
Épaisseur de lard dorsal à 90 kg	0,04	0,06	0,91	0,91
Indice de consommation de 35 à 90 kg	0,32	0,54	0,45	0,51
Gain moyen quotidien de 35 à 100 kg	-0,50	-0,62	-0,24	-0,62
Rendement de carcasse	0,30	0,58	0,15	0,28
Taux de muscle dans la carcasse	-0,09	-0,17	-0,84	-0,70
Indice de qualité de la viande	-0,04	0,09	0,14	0,20

### 3. DISCUSSION

Les valeurs d'héritabilité des caractères du contrôle en ferme sont sauf pour L100 en race LF (0,45 contre 0,55), très proches des valeurs précédemment obtenues par BIDANEL *et al.* (1994). Les héritabilités des caractères mesurés en station sont également relativement proches des valeurs de la précédente estimation (DUCOS *et al.*, 1993) en race LF, à l'exception de GMQ2, nettement moins héritable (0,23 contre 0,46) et dans une moindre mesure RDT (0,24 contre 0,31) et IQV (0,17 contre 0,23). Les écarts avec la précédente estimations sont plus élevés en race LW, en particulier pour la croissance (0,23 contre 0,30 pour GMQ1 ; 0,35 contre 0,52 pour GMQ2). Les valeurs obtenues restent toutefois assez cohérentes avec les valeurs moyennes *m* de la littérature (DUCOS, 1994). Elles sont légèrement inférieures pour le gain moyen quotidien ( $m=0,32$ ) et l'indice de consommation ( $m=0,33$ ), mais supérieures pour l'épaisseur de lard ( $m=0,49$ ) et la teneur en muscle de la carcasse ( $m=0,55$ ).

Les corrélations génétiques entre mesures de vitesse de croissance, GMQ en station et âge à 100 kg en ferme (-0,50 à -0,67), sont sensiblement plus élevées que la valeur obtenue dans la précédente étude de SELLIER *et al.* (1985) (-0,41±0,06) et la plupart des estimations de la littérature (FLOCK *et al.*, 1970 ; BAMPION *et al.*, 1977 ; STANDAL, 1977 ; ROBERTS et CURRAN, 1981 ; GROENEVELD *et al.*, 1984 ; MERKS, 1989). Des corrélations élevées (0,80 et 0,74) sont toutefois obtenues par VAN DIEPEN et KENNEDY (1989), mais en considérant le même caractère (âge à 90 kg) en station et en ferme. Les corrélations génétiques entre L100 et ELD sont également supérieures aux valeurs précédemment obtenues par SELLIER *et al.* (1985) (0,53±0,05 en moyenne). Elles sont proches de celles obtenues par VAN DIEPEN et KENNEDY (1989), mais supérieures à l'ensemble des autres études, pour lesquelles les estimations varient entre 0,20 et 0,70 (FLOCK *et al.*, 1970 ; BAMPION *et al.*, 1977 ; STANDAL, 1977 ; ROBERTS et CURRAN, 1981 ; GROENEVELD *et al.*, 1984 ; MERKS, 1989). Les fortes corrélations génétiques entre caractères mesurés en ferme et en station semblent indiquer que les deux milieux de contrôle sont relativement proches et les interactions génotype x milieu faibles. Ces fortes valeurs s'expliquent vraisemblablement à la fois par une meilleure maîtrise des conditions de contrôle dans les élevages de sélection (alimentation réellement *ad libitum*, contrôles de bonne qualité), qui se traduit également par des valeurs d'héritabilité plus fortes pour les caractères mesurés en élevage, et par l'évolution des conditions de contrôle en station, avec le passage d'un système de contrôle en loges de quatre (candidats) ou deux animaux (collatéraux) avec l'alimentation semi-*ad libitum* à un système de contrôle en loges

de 10 à 12 animaux avec alimentation *ad libitum*, plus proche des conditions rencontrées en élevage.

Les liaisons génétiques relativement faibles entre IQV et A100 et celles, légèrement défavorables, entre IQV et L100, sont assez cohérentes avec les précédentes estimations de liaisons entre la qualité de la viande et les caractères de croissance et de carcasse en station ou en ferme (DUCOS *et al.*, 1993 ; BIDANEL *et al.*, 1994), ainsi qu'avec les valeurs moyennes de la littérature (DUCOS, 1994). Par contre, les liaisons plutôt favorables entre la vitesse de croissance et la composition de la carcasse sont en désaccord avec les résultats moyens de la littérature (DUCOS, 1994) et ceux obtenus aussi bien en station (DUCOS *et al.*, 1993) qu'en ferme (BIDANEL *et al.*, 1994) qui indiquent un léger antagonisme génétique entre les deux groupes de caractères. Les liaisons défavorables entre RDT et les caractères mesurés en ferme sont en accord avec les résultats obtenus par DUCOS *et al.* (1993), avec toutefois des valeurs nettement plus élevées dans la présente étude.

### CONCLUSION

Les résultats de cette étude sur les relations génétiques entre les caractères mesurés en station et en ferme sont extrêmement encourageants. Les liaisons très fortes obtenues montrent clairement la bonne adéquation entre les deux outils de sélection que sont les contrôles en station et en ferme. En particulier, les stations semblent tout à fait à même, dans ces conditions, de remplir leur rôle de sélection d'une élite de verrats destinés à l'insémination artificielle.

Les paramètres génétiques estimés dans cette étude vont également permettre la mise en place dans un proche avenir d'une évaluation génétique BLUP-modèle animal combinant les données issues des contrôles en ferme et en station (DUCOS *et al.*, 1995), qui devrait permettre de renforcer encore la cohérence et l'efficacité du dispositif public d'amélioration génétique du porc en France.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions T. BRETON, J.Y. FLÉHO, H. GARREAU, Marie-Hélène LE TIRAN et l'ensemble du personnel des stations publiques de contrôle de performances pour la collecte et la gestion des données qui ont servi de base à cette étude, ainsi que E. GROENEVELD, D. BOICHARD et S. NUGIER pour la mise à disposition des programmes d'évaluation génétique et d'estimation des composantes de la variance.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1990. *Techni-Porc*, 13(5), 44-45.
- BAMPION P.R., CURRAN M.K., KEMPSON R.E., 1977. *Anim. Prod.*, 25, 83-94.
- BIDANEL J.P., DUCROCQ V., OLLIVIER L., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 1-10.
- BIDANEL J.P., DUCOS A., GUEBLEZ R., LABROUE F., 1994. *Livest. Prod. Sci.*, (sous presse).
- DUCOS A., 1994. *Techni-Porc*, 17(3), 35-67.
- DUCOS A., BIDANEL J.P., BOICHARD D., DUCROCQ V., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 43-50.
- DUCOS A., GARREAU H., BIDANEL J.P., LE TIRAN M.H., BRETON T., FLEHO J.Y., RUNAVOT J.P., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 135-142.
- FLOCK D., VON SCHUTZBAR W., LAUPRECHT E., 1970. *Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol.*, 86, 316-324.
- GROENEVELD E., 1994. *Proc. EEC Symp. on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs* (sous presse)
- GROENEVELD E., BUSSE W., WERHAHN E., 1984. 35ème Réunion annuelle de la FEZ, La Haye, 6-9 août 1984, communication GP 1.3.
- GUEBLEZ R., LE MAITRE C., JACQUET B., ZERT P., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 89-96.
- IM S., FERNANDO R.L., GIANOLA D., 1989. *Genet. Sel. Evol.*, 21,

- 399-414.
- JOURDAIN C., GUEBLEZ R., LE HENAFF G., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 399-404.
- LABROUE F., DUCOS A., BIDANEL J.P., GUEBLEZ R., 1973. Journées Rech. Porcine en France, 25, 51-58.
- MERKS J. M. W., 1989. Livest. Prod. Sci., 22, 325-339.
- MEYER K., THOMPSON R., 1984. J. Anim. Breed. Genet., 101, 33-50.
- OLLIVIER L., 1981. Eléments de génétique quantitative. Masson Ed., Paris, 152p.
- PATTERSON H.D., THOMPSON R., 1971. Biometrika, 58, 545-554.
- ROBERTS D.J., CURRAN M.K., 1981. Anim. Prod., 33, 291-297.
- SELLIER P., GUEBLEZ R., LALOE D., RUNAVOT J.P., OLLIVIER L., 1985. Journées Rech. Porcine en France, 17, 399-404.
- STANDAL N., 1977. Acta Agric. Scand., 27, 138-144.
- VAN DIEPEN, KENNEDY B.W., 1989. J. Anim. Sci., 67, 1425-1431