



Nouvelle estimation des paramètres génétiques des caractères de production dans les races Large White et Landrace Français

Hervé Garreau (1)
Thierry Tribout (2)
Jean-Pierre Bidanel (1)

Depuis 1996, l'évaluation génétique « BLUP-modèle animal » des futurs reproducteurs est réalisée à partir des performances mesurées d'une part dans les stations publiques, d'autre part dans les élevages de sélection. L'efficacité de cette méthode suppose une connaissance précise des paramètres génétiques des caractères sélectionnés. Le changement de système de classement des carcasses, intervenu en 1997, s'est traduit par une évolution des critères d'appréciation de la qualité de la carcasse mesurés en station. Le rendement de carcasse est désormais calculé à partir du poids net froid de la carcasse sans panne, ni rognon, ni diaphragme. Le taux de muscle est quant à lui remplacé par la teneur en viande maigre, estimée par la découpe selon la nouvelle présentation de la carcasse. Par ailleurs, la mesure de l'indice de consommation des collatéraux abattus, réalisée dans les stations publiques depuis 1995, permet aujourd'hui de calculer les paramètres génétiques de ce nouveau caractère. Cette étude a pour objet d'estimer les paramètres génétiques de l'ensemble des caractères de production en race Large White et Landrace Français.

Les paramètres génétiques des caractères de production mesurés en station publique de contrôle de performance et en ferme ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte appliquée à un modèle animal multi-caractères. Les caractères mesurés en station sont le gain moyen quotidien (GMQ1), l'épaisseur moyenne de lard dorsal (ELD) des candidats contrôlés en station ainsi que l'indice de consommation (IC), le gain moyen quotidien (GMQ2), le rendement de carcasse (RDT), la teneur en viande maigre (TVM) et l'indice de qualité de la viande (IQV) des collatéraux abattus. Les caractères mesurés en élevage sont l'âge (A100) et l'épaisseur moyenne de lard dorsal (L100) à 100 kg. Les effectifs contrôlés en station considérés sont de 4256 et 2136 candidats, 5828 et 2465 collatéraux, respectivement dans les races LW et LF. Les valeurs d'héritabilité de GMQ1, ELD, IC, GMQ2, RENDT, TVM, IQV, AGE100 et ELD100 s'élèvent respectivement à 0,30 ; 0,73 ; 0,43 ; 0,35 ; 0,42 ; 0,71 ; 0,23 ; 0,19 et 0,42 en race LW et à 0,43 ; 0,53 ; 0,34 ; 0,34 ; 0,35 ; 0,60 ; 0,16 ; 0,38 et 0,52 en race LF. Les corrélations génétiques entre les caractères de croissance contrôlés en ferme et en station sont élevées dans les deux races. De même, les liaisons génétiques obtenues entre ELD, TVM et ELD100 sont fortes et assez similaires dans les 2 races. IC est fortement corrélé avec ELD, ELD100 et TVM, mais plus faiblement avec GMQ1 et GMQ2. A l'inverse RDT est plus fortement corrélé avec les caractères de croissance qu'avec les autres caractères. Les liaisons génétiques estimées entre les caractères de croissance et les caractères de composition de la carcasse mesurés en ferme ou en station sont assez faibles. De même, IQV est globalement corrélé de façon défavorable avec les autres caractères, mais faiblement.

Résumé

(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



Matériel et méthode

Structure des données et caractères étudiés

Contrôle en station

Les données utilisées sont celles collectées dans les stations publiques de contrôle de performances de janvier 1992 à septembre 1997 pour les races Large White (LW) et Landrace Français (LF). Elles proviennent de deux groupes d'animaux : des jeunes verrats candidats à la sélection contrôlés jusqu'en 1995 d'une part, des collatéraux abattus contrôlés depuis 1995 pour la consommation alimentaire et sur toute la période d'étude pour les autres caractères, d'autre part. Les animaux sont tous élevés dans des cases de 12 animaux et alimentés à volonté.

Les jeunes verrats sont contrôlés entre 35 et 95 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 de contrôle encadrent 35 et 95 kg, respectivement. Cette pratique permet d'ajuster par interpolation 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 et les consommations individuelles d'aliment sont enre-

gistrées à l'aide de distributeurs automatiques Acema-48. Les animaux sont abattus dans la semaine qui suit la dernière pesée. La carcasse de chaque animal est découpée selon une découpe normalisée, dite découpe hollandaise (Anonyme, 1990).

Sept caractères ont été considérés dans cette étude. Deux caractères sont mesurés sur les candidats :

- le gain moyen quotidien de 35 à 95 kg (GMQ1),
- l'épaisseur moyenne de lard dorsal mesurée aux ultra-sons à 95kg (ELD)

Cinq caractères sont mesurés sur les collatéraux abattus :

- le gain moyen quotidien de 35 à 100 kg (GMQ2),
- l'indice de consommation de 35 à 100 kg (IC)
- le rendement de carcasse « nouvelle présentation » (RDT),
- la teneur en viande maigre estimée dans la carcasse (TVM),
- l'indice de qualité de la viande (IQV).

RDT est le rapport du poids net froid « nouvelle présentation » (qui ne comprend plus ni la panne, ni les rognons, ni le diaphragme) sur le poids vif. Ce rendement a pu être estimé de la façon suivante :

$$RDT = \frac{[\text{poids net} - 0,6 - 2 (\text{poids de panne})]}{\text{poids vif}}$$

en considérant les poids de rognons et diaphragme constants (600 g) dans toutes les carcasses (Guéblez, communication personnelle, 1997).

TVM est estimée à partir des poids relatifs de trois morceaux exprimés en pourcentage de la

demi-carcasse « nouvelle présentation » (DEM2), dont le poids est reconstitué en retirant pour moitié, à la longe et à la poitrine, un poids constant de rognons et de diaphragme (300 g), de la façon suivante :

$$DEM2 = \text{jambon} + (\text{longe} - 0,150) + (\text{poitrine} - 0,150) + \text{bardière} + \text{épaule} + \frac{1}{2} \text{ tête avec langue.}$$

L'équation de prédiction de la TVM utilisée est la suivante (Métayer et Daumas, 1998) :

$$TVM = 5,684 + 1,197 (\% \text{jambon}) + 1,076 [(\% \text{longe} - 0,150)] - 1,059 (\% \text{bardière})$$

L'IQV, établi comme prédicteur du rendement technologique de la fabrication du « jambon de Paris », a été calculé à partir de deux équations (Guéblez *et al* 1990 ; ITP, 1993) :

$$(1) IQV1 = - 35 + 8,329 \text{ pH24}_{Add} + 0,127 \text{ IMB} - 0,00744 \text{ REF1}$$

$$(2) IQV2 = - 41 + 11,04 \text{ pH24}_{DM} + 0,105 \text{ IMB} - 0,0231 \text{ REF2}$$

où :

- pH24Add et pH24 DM sont les pH mesurés 24 heures post-mortem, respectivement, sur les muscles adducteur et demi-membraneux ;
- IMB est le temps d'imbibition (en dizaines de secondes) d'un papier pH appliqué sur la surface du muscle fessier superficiel ;
- REF1 et REF2 sont la réflectance du muscle fessier superficiel du jambon mesurée à l'aide d'un réflectomètre Rétrinox de Valin-David jusqu'en juin 1992 (REF1), puis à l'aide du chromamètre Minolta CR-300 (REF2).



L'équation (1) a été utilisée jusqu'en juin 1992, puis remplacée par l'équation (2).

Les informations relatives à la structure des données ainsi que les moyennes et les écarts types des caractères étudiés figurent dans les tableaux 1 et 2.

Contrôle en ferme

Le contrôle en ferme porte sur des animaux des deux sexes, également conduits en bandes. Une bande est définie comme un groupe de 15 animaux de même sexe, nés dans une même quinzaine. Les animaux sont élevés par loges de 10 à 15 animaux et sont alimentés à volonté. Le contrôle consiste en une pesée et une mesure de l'épaisseur de lard dorsal, au niveau des reins, du dos et de l'épaule (le plus souvent le même jour ou parfois sur plusieurs dates étalées sur moins

Tableau 1 - Structure des données analysées

	Large White	Landrace Français
Nombre d'animaux contrôlés en station		
- Candidats	4526	2136
- Collatéraux abattus	5828	2465
Nombre d'animaux contrôlés en ferme	24610	11274
Nombre d'animaux du fichier généalogie	37328	18369
Nombre total de bandes	1919	979
Nombre de portées	5874	2489

de 10 jours) pour l'ensemble des animaux d'une bande à un poids moyen d'environ 100 kg. Deux caractères sont étudiés : l'âge (A100) et la moyenne des six épaisseurs de lard dorsal (L100), ajustés à 100 kg selon les équations proposées par Jourdain et al. (1989).

Afin de limiter les temps de calcul, nous n'avons retenu dans cette étude que les frères de portée des animaux contrôlés en station et l'ensemble de leurs

contemporains de contrôle.

La structure des données ainsi que les moyennes des caractères étudiés sont présentées dans les tableaux 1 et 2.

Analyse statistique

Les données ont été analysées par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte appliquée à un modèle animal multi-caractère prenant en compte l'effet fixé de la bande de contrôle

Tableau 2 - Moyenne et écart-type des caractères étudiés

	Large White		Landrace Français	
	Moyenne	Ecart type global	Moyenne	Ecart type global
Contrôle en station				
Candidats				
Gain moyen quotidien	922	94	902	96
Épaisseur moyenne de lard dorsal	11,2	1,6	11,8	1,5
Collatéraux abattus				
Gain moyen quotidien	886	97	863	96
Indice de consommation	2,90	0,26	3,04	0,27
Rendement de carcasse	77,6	1,5	76,5	1,6
Teneur en viande maigre estimée	55,5	3,3	53,9	3,0
Indice de qualité de la viande	11,6	2,8	11,7	2,6
Contrôle en ferme				
Age à 100 kg	152,6	12,7	154,4	11,3
Épaisseur de lard dorsal à 100 kg	11,6	1,9	12,8	1,9



(sauf pour l'IQV, voir ci-dessous), l'effet aléatoire de la valeur génétique additive de chaque animal et la régression linéaire sur le poids vif d'abattage (pour RENDT, TVM et IQV) ou sur le poids à la mise en contrôle (pour GMQ2 et IC). L'effet aléatoire de l'environnement commun aux animaux d'une même portée a également été pris en compte dans le modèle d'analyse des caractères mesurés sur les candidats contrôlés en station et en ferme. Pour les cinq caractères mesurés sur les collatéraux abattus, la présence d'un seul animal dans la quasi-totalité des portées ne permet pas d'estimer l'effet de la portée de naissance de façon satisfaisante. Nous avons donc procédé à un tirage aléatoire d'un seul animal dans les quelques portées comprenant plusieurs animaux, ce qui nous autorise à ne pas inclure cet effet dans le modèle d'analyse de ces cinq caractères. Par ailleurs, les données d'IQV ont été précorrignées pour l'effet de la série d'abattage, estimé en

considérant l'ensemble des animaux contrôlés dans les deux races.

Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel VCE (Groneveld, 1994). Les estimations de (co)variance ne pouvant être réalisées simultanément pour tous les caractères, les calculs ont été effectués avec les caractères pris trois à trois.

Résultats

Les paramètres génétiques estimés figurent dans le tableau 3 pour la race LW et dans le tableau 4 pour la race LF. Les héritabilités des caractères contrôlés en station sont plus élevées en race LW qu'en race LF, exception faite du GMQ1 (0,43 chez le LF contre 0,30 chez le LW). Les héritabilités les plus élevées sont observées pour les caractères ELD et TVM (0,73 et 0,71 chez le LW ; 0,53 et 0,60 chez le LF). Les caractères de croissance, ainsi que RENDT, pré-

sentent des héritabilités moyennes dans les deux races (0,34 à 0,43). Le caractère le moins héritable est l'IQV (0,23 chez le LW et 0,16 chez le LF).

A l'inverse, les caractères contrôlés en ferme sont plus héritables chez le LF (0,38 pour AGE100 et 0,52 pour ELD100) que chez le LW (0,19 pour AGE100 et 0,42 pour ELD100).

Les corrélations génétiques entre GMQ1 et GMQ2 sont très élevées et similaires dans les 2 races (0,89 chez le LW et 0,90 chez le LF). On note également de fortes liaisons génétiques entre GMQ1 et AGE100, d'une part (-0,65 chez le LW et -0,85 chez le LF), entre GMQ2 et AGE100, d'autre part (-0,80 chez le LW et -0,72 chez le LF).

De même, les corrélations génétiques estimées entre ELD, TVM et ELD100 sont fortes et assez similaires dans les 2 races. IC est fortement corrélé et de façon similaire dans les 2 races avec ELD, ELD100, TVM mais plus faiblement avec GMQ2 (-0,36 chez

Tableau 3 - Paramètres génétiques estimés des caractères de production en race Large White

	GMQ1	ELD	IC	GMQ2	RENDT	TVM	IQV	AGE100	ELD100
GMQ1	0,30±0,01	0,27	0,02	0,89	-0,25	-0,22	0,11	-0,65	0,22
ELD	0,25	0,73±0,03	0,74	-0,11	0,20	-0,79	0,23	0,05	0,85
IC			0,43±0,03	-0,36	0,07	-0,78	0,22	0,16	0,55
GMQ2			-0,41	0,35±0,03	-0,31	0,12	0,07	-0,80	-0,06
RENDT			0,10	-0,09	0,42±0,01	-0,02	-0,10	0,30	-0,03
TVM			-0,47	-0,03	-0,03	0,71±0,01	-0,22	0,01	-0,85
IQV			0,08	0,01	-0,04	-0,07	0,23±0,02	0,00	0,13
AGE100								0,19±0,02	-0,09
ELD100								0,13	0,42±0,02

sur la diagonale : héritabilités (± erreur standard)

au dessus de la diagonale : corrélations génétiques ; les erreurs standards des corrélations génétiques entre les différents caractères sont comprises entre 0,02 et 0,09

au dessous de la diagonale : corrélations phénotypiques



Tableau 4 - Paramètres génétiques estimés des caractères de production en race Landrace Français

	GMQ1	ELD	IC	GMQ2	RENDT	TVM	IQV	AGE100	ELD100
GMQ1	0,43±0,04	0,14	-0,28	0,90	-0,33	-0,08	0,14	-0,85	-0,05
ELD	0,15	0,53±0,05	0,63	-0,21	0,06	-0,71	0,45	-0,05	0,88
IC			0,34±0,07	-0,41	0,04	-0,72	0,02	0,07	0,58
GMQ2			-0,40	0,34±0,04	-0,34	0,03	-0,20	-0,72	-0,15
RENDT			0,14	-0,09	0,35±0,02	-0,15	0,14	0,45	0,22
TVM			-0,52	-0,05	0,01	0,60±0,02	-0,01	0,18	-0,77
IQV			0,05	0,01	0,01	-0,02	0,16±0,03	-0,03	0,26
AGE100								0,38±0,03	0,09
ELD100								0,03	0,52±0,03

sur la diagonale : héritabilités (\pm erreur standard)

au dessus de la diagonale : corrélations génétiques ; les erreurs standards des corrélations génétiques entre les différents caractères sont comprises entre 0,02 et 0,11

au dessous de la diagonale : corrélations phénotypiques

le LW et -0,41 chez le LF) ou GMQ1 (-0,28 en race LF et 0,02 en race LW). RENDT est faiblement corrélé avec les autres caractères, exceptions faites des valeurs moyennement élevées obtenues avec les caractères de croissance : GMQ1 (-0,33 en race LF et -0,25 en race LW), GMQ2 (-0,31 en race LW et -0,34 en race LF) et AGE100 (0,30 en race LW et 0,45 en race LF).

Les liaisons génétiques entre les caractères de croissance et les caractères de composition tissulaire de la carcasse (ELD, ELD100, TVM) sont également assez faibles, notamment entre AGE100 et ELD100 (-0,09 en race LW et 0,09 en race LF).

Les liaisons génétiques entre IQV et les autres caractères sont globalement défavorables mais faibles (-0,01 à 0,26) à l'exception de la corrélation génétique entre IQV et ELD en race LF (0,45).

Les corrélations phénotypiques sont pour la plupart de même signe et du même ordre de grandeur que les corrélations génétiques. Les exceptions les plus

marquées concernent la relation entre IQV et GMQ2 en race LF (-0,20 pour la corrélation génétique contre 0,01 pour la corrélation phénotypique) ainsi que la relation entre AGE100 et ELD100 en race LW (-0,09 pour la corrélation génétique, contre 0,13 pour la corrélation phénotypique).

Discussion

Les valeurs d'héritabilité de GMQ1, ELD, RENDT et IQV sont très proches des valeurs obtenues précédemment pour ces mêmes caractères par Bidanel et Ducos (1995) et Labroue *et al.* (1996). Les valeurs d'héritabilité pour GMQ2 sont légèrement plus faibles que celles obtenues par Labroue *et al.* (1996) (0,35 contre 0,43 en race LW et 0,34 contre 0,38 en race LW). A l'inverse, les héritabilités estimées pour IC sont sensiblement plus élevées que les valeurs obtenues précédemment (0,43 contre 0,20 en moyenne en race LW et 0,34 contre 0,21 en moyenne en race

LF). Il faut toutefois rappeler que le caractère analysé dans les études précédentes était mesuré sur de jeunes mâles entiers élevés de 35 à 95 kg alors que nous analysons dans la présente étude un indice de consommation mesuré, depuis 1995, sur des castrats élevés de 35 à 100 kg. Les valeurs d'héritabilité de PM et de RDT sont similaires aux valeurs précédemment estimées pour ces caractères et assez proches des valeurs obtenues pour les caractères analogues anciennement mesurés (pourcentage de muscle estimé et rendement de carcasse « ancienne présentation » respectivement) (Garreau *et al.* 1998).

La valeur d'héritabilité obtenue pour ELD100 est proche de la valeur obtenue par Bidanel *et al.* (1994), et par Bidanel et Ducos (1995), mais la valeur obtenue pour AGE100 est sensiblement plus élevée en race LF (0,38 contre 0,24 en moyenne) ou au contraire légèrement plus faible en race LW (0,19 contre 0,24 en moyenne).



Les liaisons génétiques entre les caractères de croissance mesurés en station et l'âge à 100 kg en ferme sont globalement plus élevées que celles obtenues par Bidanel et Ducos (1995), elles-mêmes plus élevées que les valeurs moyennes de la littérature (Groeneveld *et al.*, 1984 ; Sellier *et al.*, 1985 ; Merks, 1989). Les corrélations génétiques très fortes estimées entre les caractères de composition tissulaire de la carcasse mesurés en station (ELD et TVM) et en ferme (ELD100) sont en revanche très comparables aux valeurs obtenues par Bidanel et Ducos (1995) mais restent plus élevées que les valeurs moyennes de la littérature (Groeneveld *et al.*, 1984 ; Sellier *et al.*, 1985 ; Merks, 1989). Les liaisons génétiques entre IC et les caractères de croissance mesurés en station (GMQ1 et GMQ2) ou en ferme (AGE100) sont plus faibles que celles obtenues dans les études précédentes. En revanche IC devient beaucoup plus fortement lié aux caractères de composition tissulaire de la carcasse (TVM, ELD et ELD100), ce qui conforte l'idée d'un caractère assez différent de l'indice de consommation anciennement mesuré chez les mâles entiers.

Les liaisons génétiques obtenues entre les deux GMQ et les caractères

de composition tissulaire de la carcasse sont assez similaires à celles obtenues par Labroue *et al.* (1996) en race LW, mais plus faibles en race LF. Ces résultats confirment une liaison génétique plus faible entre caractères de croissance et de composition de la carcasse que celle estimée précédemment aussi bien en station (Ducos *et al.*, 1993) qu'en ferme (Bidanel et Ducos, 1995). L'antagonisme génétique observé entre RDT et les autres caractères est globalement conforme aux études précédentes (Labroue *et al.*, 1996 ; Bidanel et Ducos, 1995) avec toutefois une liaison génétique plus favorable entre rendement de carcasse et critères de composition corporelle et une liaison plus proche de l'indépendance entre rendement de carcasse et indice de consommation. Il faut également rappeler que les nouveaux caractères analysés dans cette étude, teneur en viande maigre et rendement de carcasse « nouvelle présentation », remplacent les caractères analogues anciennement mesurés (le taux de muscle estimé et le rendement de carcasse « ancienne présentation ») et présentent des paramètres génétiques légèrement différents (Garreau *et al.*, 1998). Les liaisons génétiques défavorables entre IQV et les autres caractères sont en accord

avec les résultats précédents mais sont dans l'ensemble plus faibles, notamment la liaison entre IQV et TVM comparée aux valeurs estimées précédemment entre IQV et pourcentage de muscle estimé (-0,22 contre -0,40 en moyenne en race LW).

L'utilisation de ces nouveaux paramètres génétiques dans l'évaluation génétique amène des changements limités quant au classement des reproducteurs et à la précision du calcul des valeurs génétiques (Tribout, communication personnelle).

Conclusion

L'introduction de nouveaux caractères dans le programme d'évaluation génétique, consécutif à l'adoption du nouveau système de classement des carcasses ou au changement du mode de fonctionnement des stations, rendait nécessaire l'estimation des paramètres génétiques de l'ensemble des caractères de production. Ces estimations font apparaître des liaisons génétiques légèrement différentes de celle obtenues avec les caractères de l'ancien objectif de sélection. Utilisés depuis décembre 1997, ces paramètres génétiques doivent permettre d'améliorer la qualité de l'évaluation génétique des futurs reproducteurs.



Références bibliographiques

- ANONYME, 1990. *Techni-Porc*, 13(5), 44-45
- 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.*, 40, 291-301
- BIDANEL J.P., DUCOS A., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 149-154
- DUCOS A., BIDANEL J.P., BOICHARD D., DUCROCQ V., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 43-50
- GARREAU H., 1998. *Techni-Porc*, 1, 27-31
- GROENEVELD E., BUSSE W., WERHAHN E., 1984. 35ème Réunion annuelle de la FEZ, La Haye, 6-9 août 1984, communication GP 1.3.
- GROENEVELD E., 1994. Proc. EEC Symp. On application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs
- GUEBLEZ R., LE MAITRE C., JACQUET B., ZERT P., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 89-96
- I.T.P., 1993. Le nouvel IQV. Document interne, 2 p.
- LABROUE F., SELLIER P., GUEBLEZ R., MEUNIER-SALAÜN M-C., 1996. *Journées Rech. Porcine en France*, 28, 23-30
- MERKS J. M. W., 1989. *Livest.Prod.Sci.*, 22, 325-339
- METAYER A., DAUMAS G., 1998. *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 7-11
- SELLIER P., GUEBLEZ R., LALOE D., RUNAVOT. J.P., OLLIVIER L., 1985. *Journées Rech. Porcine en France*, 17, 87-94