

UTILISATION D'UN MODÈLE ANIMAL MULTI-CARACTÈRES POUR ESTIMER L'ÉVOLUTION GÉNÉTIQUE DE SIX CARACTÈRES DE CROISSANCE, CARCASSE ET QUALITÉ DE LA VIANDE ENTRE 1977 ET 1990, DANS LES RACES PORCINES *LARGE WHITE* ET *LANDRACE FRANÇAIS*

A. DUCOS, J.P. BIDANEL

*Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy en Josas Cédex*

Avec la collaboration de Sylvie NUGIER

La valeur génétique des animaux de race *Large White* (LW) et *Landrace Français* (LF) contrôlés dans les stations publiques françaises entre 1977 et 1990, a été estimée pour six caractères - le gain moyen quotidien (GMQ), l'indice de consommation (IC) et l'épaisseur du lard dorsal (ELD) mesurés sur les candidats à la sélection, le rendement de carcasse (RDT), le pourcentage de muscle (PM), l'indice de qualité de la viande (IQV) mesurés sur les collatéraux abattus - à l'aide d'un modèle animal individuel multi-caractères. L'évolution génétique de chaque caractère a été estimée en faisant la moyenne par année de naissance des valeurs génétiques de l'ensemble des animaux nés sur la période 1977-1990. L'évolution est favorable dans les deux races pour GMQ, ELD, IC et PM et défavorable pour RDT et IQV. Des différences entre races sont observées essentiellement à partir de 1983. L'évolution est plus importante en race LW pour PM (0,27 contre 0,21 %/an), ELD (-0,12 contre -0,10 mm/an) et IQV (-0,035 contre -0,011 point/an). A l'inverse, une évolution plus importante est observée en race LF pour GMQ (2,45 contre 0,76 g/an) et IC (-0,011 contre -0,008 kg/kg/an). Les évolutions estimées pour RDT sont très voisines dans les deux races (moyenne -0,14 %/an).

Use of a multiple-trait individual animal model for the estimation of genetic trends for six growth, carcass and meat quality traits, between 1977 and 1990, in the *Large White* and *French Landrace* pig breeds.

Estimated breeding values of *Large White* (LW) and *French Landrace* (LF) pigs recorded in French performance-test stations between 1977 and 1990 were computed for six traits - average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR) and average backfat thickness (ABF) measured on young boars candidates to selection, dressing percentage (DP), estimated carcass lean content (ECL) and meat quality index (MQI) measured on slaughtered relatives - using a multiple-trait individual animal model. The genetic trend for each of the six traits was estimated over the 1977-1990 period by averaging predicted breeding values according to the year of birth. Annual genetic trends were favourable for ADG, ABF, FCR and ECL, and unfavourable for DP and MQI in the two breeds. The improvement of ADG and FCR was lower in the LW than in the LF breed. Conversely, larger annual genetic trends were observed in the LW than in the LF breed for ECL (0.27 vs 0.21 point/year), ABF (-0.12 vs 0.10 mm/year) and MQI (-0.035 vs -0.011 point /year). DP deteriorated at a similar annual genetic rate in the two breeds (-0.14 point /year in average).

INTRODUCTION

Le BLUP (meilleur prédicteur linéaire non biaisé) utilisé avec un modèle animal individuel (BIDANEL *et al.*, 1990) a été adopté comme méthode d'évaluation génétique dans la plupart des espèces d'élevage. Dans l'espèce porcine, un certain nombre de pays utilisent ces techniques en routine depuis déjà plusieurs années (DUCOS *et al.*, 1992a). En France, un programme national d'évaluation génétique basé sur le BLUP - modèle animal individuel est en cours de développement, tant pour les caractères de production que de reproduction. La première étape de ce projet concerne l'évaluation génétique des animaux contrôlés dans les stations publiques, soit environ 6000 animaux/an. Les données collectées dans les stations ainsi que la généalogie des animaux contrôlés sont actuellement stockées et gérées au Centre de Traitement de l'Information Génétique (CTIG) de Jouy en Josas. Cette information a été utilisée pour estimer, à l'aide d'un modèle individuel multi-caractères, la valeur génétique de l'ensemble des animaux contrôlés de 1977 à 1990, ainsi que celle de leurs ascendants. L'objectif de cette étude est, d'une part, de montrer que l'utilisation des techniques BLUP pour l'évaluation des animaux contrôlés en station en France est désormais possible, et d'autre part, de présenter l'évolution génétique réalisée pour les principaux caractères de croissance, carcasse et qualité de la viande mesurés dans les stations pour les races Large White (LW) et Landrace Français (LF).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Origine des données et structure des fichiers d'analyse.

Les informations utilisées dans cette étude ont été collectées dans l'ensemble des stations de contrôle de performances entre 1977 et 1990. Elles proviennent de deux groupes d'animaux. Le premier groupe est représenté par les jeunes verrats candidats à la sélection. Le deuxième concerne les femelles et mâles castrés abattus à la fin du contrôle. Les animaux du deuxième groupe sont, pour la plupart, apparentés à ceux du premier groupe. Les jeunes verrats ont été contrôlés de 35 à 90 kg selon les modalités en vigueur dans les stations de contrôle individuel (TIXIER et SELLIER, 1986). Les animaux du deuxième groupe ont été contrôlés suivant le protocole adopté dans les stations de contrôle de descendance (TIXIER et SELLIER, 1986) et abattus à un poids vif voisin de 100 kg. les caractères considérés dans cette étude sont les suivants :

* Trois caractères mesurés sur les jeunes verrats candidats à la sélection :

- le gain moyen quotidien de 35 à 90 kg (GMQ),
- l'indice de consommation de 35 à 90 kg (IC),

- l'épaisseur moyenne du lard dorsal mesuré aux ultrasons à 90 kg (ELD).

Les ajustements à poids initial et/ou final constant ont été réalisés par interpolation entre les deux poids mesurés lors des deux pesées encadrant 35 et 90 kg, respectivement.

- * Trois caractères mesurés sur les collatéraux abattus :
- le rendement de carcasse avec tête et pieds (RENDT),
 - le pourcentage de muscle estimé (PM),
 - l'indice de qualité de la viande (IQV).

PM a été estimé à partir du poids relatif de six morceaux exprimé en pourcentage de la demi-carcasse. Deux équations de prédiction ont été utilisées :

$$(1) PM1 = -3,539 + (0,751 \times \% \text{ jambon}) + (1,216 \times \% \text{ longe}) - (0,610 \times \% \text{ bardière}) - (0,453 \times \% \text{ panne}) + (0,328 \times \% \text{ poitrine})$$

$$(2) PM2 = -42,035 + (1,282 \times \% \text{ jambon}) + (1,818 \times \% \text{ longe}) - (0,678 \times \% \text{ bardière}) + (0,040 \times \% \text{ panne}) + (0,701 \times \% \text{ poitrine}) + (0,616 \times \% \text{ hachage})$$

L'équation (1) établie à partir de la Découpe Parisienne Normalisée (OLLIVIER, 1970) a été utilisée jusqu'en 1988 et remplacée par l'équation (2) simultanément au changement intervenu dans la méthode de découpe de la carcasse (Nouvelle Découpe Normalisée - ANONYME, 1990). Les deux équations sont très fortement corrélées avec le pourcentage de muscle vrai ($R^2 = 0,91$ pour la première et $R^2 = 0,93$ pour la deuxième) et ont été considérées comme définissant le même caractère. L'IQV, établi comme prédicteur du rendement technologique de la fabrication du «jambon de Paris», a été calculé à partir de l'équation suivante (GUEBLEZ *et al.*, 1990) :

$$IQV = -35 + 8,329 \text{ pH}24 + 0,127 \text{ IMB} - 0,00744 \text{ REF}$$

où : - pH24 est le pH ultime mesuré sur le muscle *Adductor femoris*.

- IMB est le temps d'imbibition mesuré selon la méthode décrite par CHARPENTIER *et al.* (1971) sur les muscles *Biceps femoris* (jusqu'en 1988) et *Gluteus superficialis* (depuis 1989).

- REF est la réflectance mesurée sur le muscle *Gluteus superficialis* à l'aide du réflectomètre Manuflex de Vergé-Nicou, puis, ces dernières années, du réflectomètre Rétrolux de Valin-David.

1.2. Méthodes

Les données ont été décrites à l'aide d'un modèle individuel multi-caractères (BIDANEL *et al.*, 1990). Les effets fixes, les effets aléatoires et les covariables prises en compte pour les différents caractères sont indiqués dans le tableau 1.

Tableau 1 - Modèles d'analyse utilisés pour les différents caractères

Type de contrôle	Caractère	Covariables Poids à l'abattage	Effets fixes			Effets aléatoires	
			Sexe	Année x station x bande	Date d'abattage	Portée	Animal
Candidats	Gain moyen quotidien Épaisseur de lard dorsal Indice de consommation			x x x		x x x	x x x
Collatéraux	Rendement à l'abattage Pourcentage de muscle Indice de qualité de la viande	x x x	x x x	x x		x x x	x x x

L'effet fixé du groupe de parents inconnus (WESTELL *et al.*, 1987) a été défini en fonction de la date de naissance et de l'origine géographique des animaux. 78 et 49 groupes ont été constitués, respectivement, en race LW et LF. Les valeurs génétiques des animaux ont été prédites pour les six caractères simultanément à l'aide du logiciel PEST (GROENEVELD *et al.*, 1990). Les composantes de (co)variance pour les trois effets aléatoires du modèle ont été estimées par DUCOS *et al.* (1992b). La taille du système des équations du modèle mixte était de 626 238 et 335 820 en race LW et LF, respectivement. Le choix des différentes méthodes de résolution (GROENEVELD et KOVAC, 1992) a été effectué de façon à minimiser les temps de calcul. Le critère de convergence utilisé est la différence absolue maximum entre deux itérations successives. La valeur du critère d'arrêt a été fixée à 10^{-4} pour l'ensemble des caractères, avec un nombre maximum d'itérations de 2000.

2. RÉSULTATS

Les temps de calcul nécessaires pour la prédiction des valeurs génétiques avec le programme PEST ont été respectivement de 703 et 324 minutes en race LW et LF. Le nombre maximum de 2000 itérations a été effectué dans les deux races. Dans les deux cas, le critère d'arrêt (10^{-4}) a été atteint pour trois des six caractères : ELD, IC et IQV. La valeur du critère de convergence était de $7 \cdot 10^{-4}$ et $4 \cdot 10^{-4}$ pour GMQ, $8 \cdot 10^{-4}$ et $12 \cdot 10^{-4}$ pour RDT, et $2 \cdot 10^{-4}$ et $3 \cdot 10^{-4}$ pour PM, respectivement en race LW et LF. Ces valeurs ne sont pas toutes strictement comparables en raison des différences d'échelle existant entre les différents caractères. Globalement, le niveau de convergence est toutefois satisfaisant. L'évolution génétique pour chacun des six caractères a été estimée en faisant la moyenne par année de naissance des valeurs génétiques de l'ensemble des animaux nés sur la période 1977-1990. Ces évolutions génétiques sont représentées sur les figures 1 à 6.

Figure 1 - Évolution génétique du GMQ de 1977 à 1990

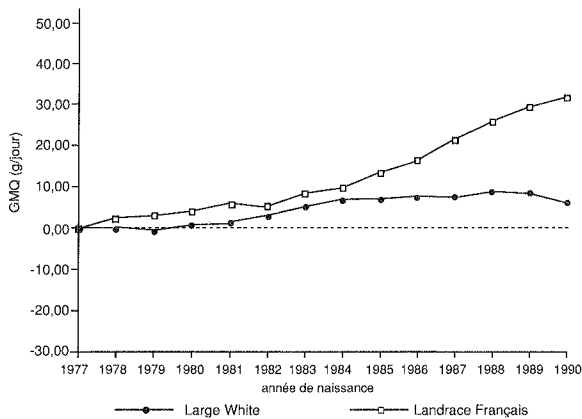


Figure 3 - Évolution génétique de l'indice de consommation de 1977 à 1990

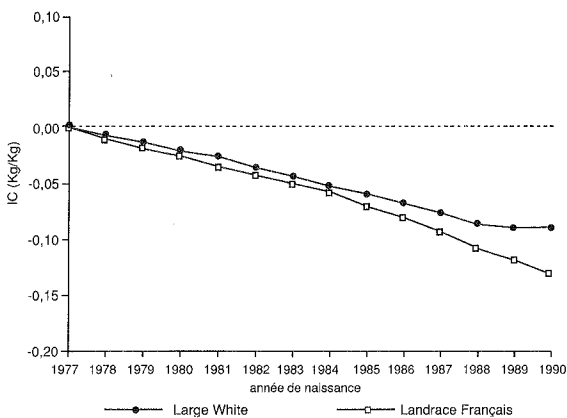


Figure 5 - Évolution génétique du pourcentage estimé de 1977 à 1990

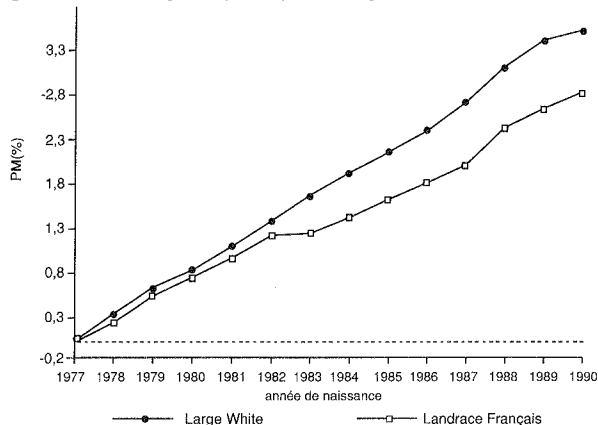


Figure 2 - Évolution génétique de l'épaisseur dorsale de 1977 à 1990

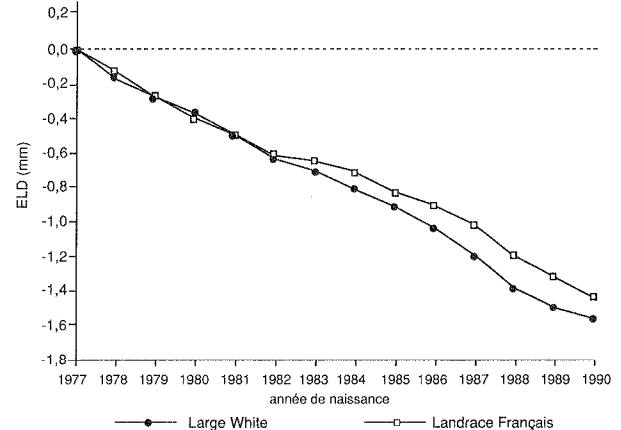


Figure 4 - Évolution génétique du rendement à l'abattage de 1977 à 1990

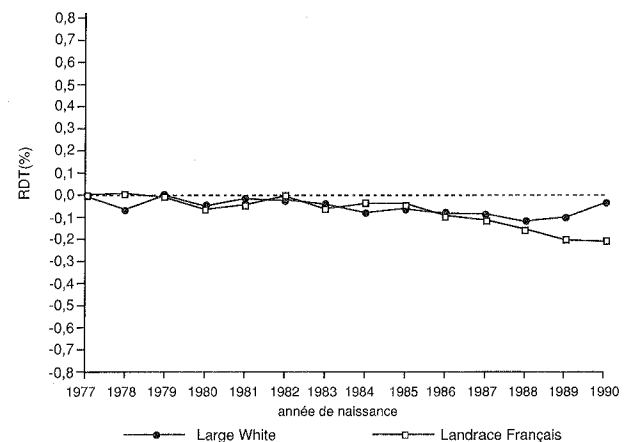
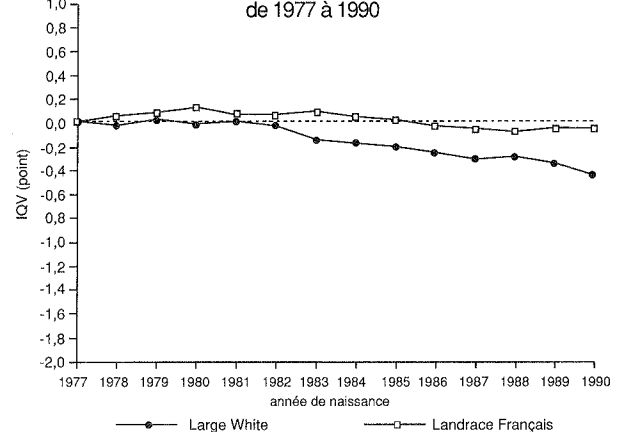


Figure 6 - Évolution génétique de l'indice de qualité de la viande de 1977 à 1990



L'évolution est plus importante en race LW pour PM (0,27 contre 0,21 %/an), ELD (-0,12 contre -0,10 mm/an) et IQV (-0,035 contre -0,011 point/an). A l'inverse, une évolution plus importante est observée en race LF pour GMQ (2,45 contre 0,76 g/an) et IC (-0,011 contre -0,008 kg/kg/an). Les différences entre races apparaissent essentiellement à partir de 1983, les évolutions génétiques pour l'ensemble des caractères étant très similaires pour les deux races jusqu'à cette date. En race LW, le niveau génétique moyen pour ELD et PM augmente de façon presque linéaire sur la totalité de la période 1977-1990, alors qu'à partir de 1983, on observe un plateau pour GMQ et une détérioration pour IQV. A l'inverse, en race LF, les progrès génétiques deviennent moins importants pour ELD et PM et plus importants pour GMQ sur la période 1983-1990 par rapport à la période 1977-1983 ou par rapport à l'évolution estimée en race LW. La race LF est également caractérisée par la stabilité du niveau génétique de l'IQV et par un progrès génétique plus important qu'en race LW pour l'IC.

3. DISCUSSION

L'incidence économique des évolutions génétiques réalisées a été estimée à partir des paramètres utilisés dans le programme français d'évaluation des produits terminaux (ANONYME, 1992). Les coefficients sont de 0,171 FF pour 1 g de GMQ, -100,33 FF pour 1 point d'IC, 8,24 FF pour un point de pourcentage de RDT, 9,90 FF pour un point de pourcentage de PM, et 4,48 FF pour un point d'IQV. Les évolutions génétiques annuelles estimées correspondent à une augmentation de 2,43 FF et 1,90 FF de la valeur de la carcasse, et à une diminution de 0,96 FF et 1,42 FF du coût de la période d'engraissement, respectivement en race LW et LF. En race LF, un gain supplémentaire lié à la diminution

de la fréquence du gène de sensibilité à l'halothane devrait être également considéré.

L'évolution génétique plus faible observée pour PM en race LF à partir de 1983 est vraisemblablement due au programme d'éradication du gène *hal^s* entrepris dans cette race à partir de 1981 (COURREAU *et al.*, 1985). Ce programme a eu pour conséquence une réduction très importante de la fréquence du gène *hal^s* (SAUGÈRE *et al.*, 1989) et a probablement contribué à diminuer le progrès génétique pour PM et à éviter une dégradation de l'IQV.

Le plateau observé pour le GMQ et la diminution du progrès génétique pour l'IC en race LW devront être vérifiés. Ces tendances, si elles se confirment, pourraient s'expliquer par une trop faible ingestion volontaire des animaux. Dans ce cas, les progrès ultérieurs ne pourraient venir que d'une augmentation simultanée de la croissance du tissu maigre et de la capacité d'ingestion (WEBB, 1986 ; KANIS, 1990). Les informations concernant l'ingestion volontaire des animaux n'étaient pas jusqu'à présent disponibles pour tester cette hypothèse. Cette lacune pourra bientôt être comblée grâce à l'équipement des stations de contrôle de performances en automates d'alimentation permettant la mesure individuelle des quantités d'aliments consommés.

Les progrès génétiques dans les races LW et LF ont déjà été estimés à plusieurs reprises à partir des informations enregistrées dans les stations (OLLIVIER, 1974 ; TIXIER et SELLIER, 1986) ou dans le cadre d'expériences spécifiques utilisant une lignée témoin (HOUIX *et al.*, 1978) ou de la semence congelée (MOLÉNAT *et al.*, 1986 ; OLLIVIER *et al.*, 1991). Les progrès génétiques annuels estimés dans ces différentes études sont comparés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Progrès génétiques annuels estimés dans différentes études françaises(1)

Caractère	Large White				Landrace Français			
	A(1)	B(1)	C(1)	D(1)	A	B	C	D
Gain moyen quotidien (g/jour)	24,5	2,9	12,8	0,76	14,8	1,0	13,9	2,42
Indice de consommation (kg/kg)	-0,090	-0,011	-0,032	-0,008	-0,010	-0,008	-0,022	-0,010
Épaisseur de lard dorsal (mm)	-1,10	-0,26	-0,50	-0,12	-0,26	-0,16	0,27	-0,11
Rendement à l'abattage (%)	-	-	-	-0,010	-	-	-	-0,018
Pourcentage de muscle (%)	0,93	0,42	0,36	0,27	0,19	0,15	-0,19	0,21
Indice de qualité de la viande (point)	-0,040	0,390	-0,040	-0,035	-0,250	0,480	-0,020	-0,011

(1) A : MOLÉNAT *et al.* (1986) - B : TIXIER and SELLIER (1986) - C : OLLIVIER *et al.* (1991) - D : présente étude.

La période considérée dans la présente étude ne recouvre que partiellement celle prise en compte par TIXIER et SELLIER (1986) et contient entièrement celle considérée par MOLENAT *et al.* (1986) et OLLIVIER *et al.* (1991). Cependant, les résultats présents sont beaucoup plus proches de ceux présentés par TIXIER et SELLIER (1986) que de ceux obtenus à partir de l'utilisation de semence congelée, en particulier pour les caractères mesurés sur les jeunes verrats candidats à la sélection. Les raisons de ces différences ne sont pas extrêmement claires. Cependant, comme l'ont souligné MOLENAT *et al.* (1986) et OLLIVIER *et al.* (1991), quelques problèmes méthodologiques, en particulier au niveau de l'échantillonnage des

pères et de leur distribution par rapport aux mères et aux élevages d'origine de leurs descendants, ont pu engendrer une surestimation des progrès génétiques annuels dans ces études. Quoiqu'il en soit, il apparaît que les progrès génétiques estimés pour GMQ, IC et PM sur la période 1977-1990 sont légèrement inférieurs en race LW et supérieurs en race LF à ceux estimés par TIXIER et SELLIER (1986) sur la période 1969-1981. Les évolutions pour ELD sont plus faibles mais favorables dans les deux races, ce qui signifie que l'augmentation de l'épaisseur de lard estimée par OLLIVIER *et al.* (1991) n'est pas confirmée par la présente étude. La légère détérioration du niveau génétique de la qualité de la viande en race LW

est en accord avec les résultats de MOLENAT *et al.* (1986) et d'OLLIVIER *et al.* (1991), mais en désaccord avec ceux de TIXIER et SELLIER (1986) qui estimaient des évolutions très favorables pour ce caractère.

L'estimation des évolutions génétiques dans les autres pays a été passée en revue par TIXIER et SELLIER (1986). Des estimations plus récentes ont été obtenues au Canada (KENNEDY, 1987) et en Suisse (HOFFER *et al.*, 1992) pour les races LW et Landrace (LR) à partir d'informations enregistrées en ferme, et en RFA, pour les races LW, LR et *Piétrain* (KOVAC et GROENEVELD, 1990), à partir d'informations enregistrées en station. La même méthodologie, à savoir le BLUP-modèle animal individuel a été utilisée par ces différents auteurs. Les évolutions génétiques annuelles estimées dans ces trois études sont très proches des résultats français. L'amélioration pour le GMQ est identique pour la race LR, mais supérieure pour la race LW en RFA (+5,5 g/j et +2,4g/j, en race LW et LR respectivement). Les progrès sont légèrement inférieurs en Suisse (+0,6 g/j et +0,9g/j en race LW et LR respectivement) et supérieurs au Canada, avec un progrès annuel pour l'âge à 90 kg de -0,66 j et -0,78 j en race LW et LR respectivement, ce qui correspond à une augmentation annuelle d'environ 5,7 g/j de GMQ. Les résultats allemands sont très voisins des résultats français pour l'IC (-0,009 kg/kg et -0,004 kg/kg en race LW et LR respectivement), mais différent pour l'IQV, avec un progrès de 0,36 point en race LW et de 0,05 point en race LR. Les évolutions estimées au Canada et en Suisse sont très proches

des résultats français pour les caractères de carcasse. Au Canada, ELD diminue de -0,12 mm/an et -0,10 mm/an respectivement en race LW et LR. En Suisse, le pourcentage de morceaux nobles augmente de 0,17 % et 0,11 %, respectivement en race LW et LR.

CONCLUSION

Cette étude montre clairement que l'utilisation du BLUP - modèle animal pour l'évaluation génétique des animaux contrôlés en station en France ne pose pas de problèmes techniques majeurs. L'utilisation en routine de cette méthode nécessite toutefois la réalisation de travaux complémentaires, comme l'étude de la fiabilité des comparaisons entre groupes de contemporains (étude de la connexion - FOULLEY *et al.*, 1992), l'identification d'une méthode de calcul de la précision des prédictions de valeurs génétiques (MEYER, 1989), et surtout, l'aménagement de la chaîne de collecte et de traitement de l'information générée dans les stations et les élevages. De nombreux auteurs ont montré la supériorité théorique du BLUP - modèle animal - par rapport à d'autres méthodes plus classiques de prédiction de la valeur génétique des animaux (voir la synthèse de BIDANEL *et al.*, 1990). Un autre intérêt majeur de cette méthode, mis en évidence dans la présente étude, réside dans la possibilité pour les sélectionneurs de disposer lors de chaque évaluation d'une estimation de l'évolution génétique réalisée pour les différents caractères concernés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1990. *Techni-porc*, 13(5), 44-45.
- ANONYME, 1992. *Techni-porc*, 15(2), 19-33.
- BIDANEL J.P., DUCROCQ V., OLLIVIER L., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 1-10.
- COURREAU J.F., SELLIER P., BOULARD J., BRETON T., GOULLIEUX P., GUÉRIN G., 1985. Journées Rech Porcine en France, 17, 95-104.
- DUCOS A., BIDANEL J.P., DUCROCQ V., 1992a. Journées Rech. Porcine en France, 24, 39-46.
- DUCOS A., BIDANEL J.P., DUCROCQ V., GROENEVELD E., 1992b. In: "43rd Annual Meeting of the EAAP", Madrid, Spain, Septembre 1992, Commission on animal genetics
- GROENEVELD E., KOVAC M., WANG T., 1990. In : "4th World Congress on genetics applied to livestock production", Edinburgh, 23-27 July, Vol XIII, 488-491.
- GROENEVELD E., KOVAC M., 1992. *Livest Prod Sci*, 30, 319-331.
- GUEBLEZ R., LE MAÎTRE C., JACQUET B., ZERT P., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 89-96.
- HOFFER A., HAGGER C., KUNZI N., 1992b. *Livest Prod Sci*, 30, 83-98.
- HOUIX Y., DANDO P., SELLIER P., 1978. *Ann Génét Sél Anim*, 10, 557-568.
- KANIS E., 1990. In : "4th World Congress on genetics applied to livestock production", Edinburgh, 23-27 July, Vol XVI, 256-265.
- KENNEDY B.W., 1987. In: "38th Annual Meeting of the EAAP", Lisbon, Portugal, Septembre 1987, Commission on animal genetics.
- KOVAC M., GROENEVELD M., 1990. *J Anim Sci*, 68, 3523-3535.
- MOLÉNAT M., BOULARD J., LE HÉNAFF G., 1986. Journées Rech. Porcine en France, 18, 237-244.
- OLLIVIER L., 1970. *Ann Génét Sél Anim*, 2, 311-324.
- OLLIVIER L., 1974. *Anim. Prod*, 19, 257-271.
- OLLIVIER L., LAGANT H., GRUAND J., MOLÉNAT M., 1991. Journées Rech. Porcine en France, 23, 389-394.
- SAUGÈRE D., RUNAVOT J.P., SELLIER P., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 335-344.
- TIXIER M., SELLIER P., 1986. *Génét Sél Evol*, 18, 185-212.
- WEBB J.A., 1986. In : "3rd World Congress on genetics applied to livestock production", Lincoln, Nebraska, 16-22 July, Vol XI, 337-344.
- WESTELL R.A., QUAAS R.L., VAN VLECK L.D., 1987. *J Anim Sci*, 71, 1310-1318.