

Estimation, par utilisation de semence congelée en élevage de sélection, du progrès génétique réalisé entre 1977 et 2000 dans les races Large White et Landrace Français pour les caractères de croissance, de carcasse et de qualité de la viande

Christophe BAZIN (1), Emmanuel TIGER (1), Thierry TRIBOUT (2), Marcel BOUFFAUD (3), Gildas MADIGAND (4), Jacques BOULARD (1), Gérard DESCHODT (5), Jean-Yves FLÉHO (1), Ronan GUÉBLEZ (1), Laurence MAIGNEL (1), Jean-Pierre BIDANEL (2)

(1) I.T.P., Pôle Amélioration de l'Animal, B.P. 35104, 35651 Le Rheu Cedex

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

(3) I.N.R.A., Station de Testage Porcs, B.P. 45132, 35651 Le Rheu Cedex

(4) Agesporc, Station de sélection porcine, Touche es Bouvier, 56430 Mauron

(5) Fleury Michon, B.P.1, 85707 Pouzauges Cedex

Estimation, par utilisation de semence congelée en élevage de sélection, du progrès génétique réalisé entre 1977 et 2000 dans les races Large White et Landrace Français pour les caractères de croissance, de carcasse et de la qualité de viande

Une expérimentation visant à estimer le progrès génétique réalisé entre 1977 et 2000 dans les races Large White (LW) et Landrace Français (LF) a été réalisée dans 12 élevages de sélection. La descendance de 23 verrats LF et 21 verrats LW nés en 1977, dont la semence avait été congelée et conservée à cet effet, a été comparée à des descendants de verrats contemporains. Dans chacune des 44 portées LF et 45 portées LW issues de semence congelée, 2 à 3 animaux ont été contrôlés en station, sur des caractères de croissance, carcasse, qualité de viande et aptitude à la transformation en jambon cuit. Un contrôle en ferme et un suivi individuel à l'abattoir ont été réalisés sur les femelles restées en élevage. Les résultats montrent des progrès génétiques importants sur la vitesse de croissance (+5,8 g/j/an en LF et +9,1 g/j/an en LW) et sur la composition corporelle (+0,23 point/an en LF et +0,32 point/an en LW sur la TVM_{CAL}), liés principalement à la réduction du poids de bardière et à la hausse du poids de longe dans les deux races. Une amélioration significative de l'indice de consommation est obtenue en LW (-0,019 point/an), mais pas en LF. La consommation moyenne journalière n'évolue pas de façon significative dans les 2 races. La qualité technologique de la viande est stable en race LF, mais se dégrade de façon significative en LW.

Estimation of realised genetic trends from 1977 to 2000 in Large White and French Landrace pig breeds for growth, carcass and meat quality traits using frozen semen in breeding herds

In order to estimate realised genetic trends from 1977 to 2000 in the French Large White (LW) and French Landrace (LF) breeds, an experiment was implemented in 12 selection herds. The progeny of 23 LF boars and 21 LW boars born in 1977, obtained through the use of stored frozen semen, were compared to control purebred animals, born from contemporary boars. In each of the 44 LF litters and 45 LW litters born from frozen semen, 2 or 3 animals were tested in stations for growth, carcass, meat quality traits and ham processing quality. An on-farm test and carcass and meat quality measurements at the slaughterhouse were performed on female pigs that remained in selection herds. The results showed significant annual genetic trends for growth (+5.8 g/year of daily gain in LF and +9.1 g/year in LW) and in estimated carcass lean content (+ 0.23 point/year in LF and 0.32 point/year in LW), which mainly resulted from a decrease in backfat weight and an increase in loin weight in both breeds. A significant improvement of feed efficiency (-0,019 point/year) was obtained in LW, but not in LF. No significant trend was observed for daily feed intake. Meat processing quality remained stable in LF breed, but showed a significant decline in LW breed.

Les objectifs de sélection des populations Landrace Français (LF) et Large White (LW), initialement centrés sur l'amélioration des caractères d'engraissement et de carcasse, se sont diversifiés au fil des années. Dans les années 1980, un indice de qualité de la viande (GUEBLEZ et OLLIVIER, 1986) a été incorporé dans les objectifs de sélection et l'allèle de sensibilité à l'halothane a été éradiqué dans la population Landrace Français. Dans les années 1990, les efforts se sont ensuite concentrés sur les caractères de reproduction avec la mise en place de programmes d'« hyperprolificité » (LEGAULT et GRUAND, 1976 ; HERMENT et al., 1994) et de l'évaluation génétique « BLUP-modèle animal » pour la taille de portée (BIDANEL et DUCOS, 1994).

Il apparaît souhaitable, aussi bien pour les organisations de sélection que pour le Ministère de l'Agriculture, de vérifier a posteriori l'efficacité du travail de sélection réalisé. Le BLUP-modèle animal permet d'estimer les évolutions génétiques dans les populations évaluées, mais cette estimation est limitée aux critères utilisés dans l'évaluation et dépend des paramètres génétiques utilisés. L'utilisation de semence congelée permet de comparer des individus représentatifs du niveau génétique passé de la population aux individus actuels pour un grand nombre de caractères et sans aucune hypothèse sur le déterminisme génétique des caractères étudiés. C'est dans ce but qu'un stock de semence congelée de verrats LF et LW nés en 1977 a été constitué en 1978. Depuis, deux expérimentations ont été conduites, en 1983 et en 1988, pour estimer les évolutions génétiques pour les caractères de production (MOLENAT et al., 1986; OLLIVIER et al., 1991).

En 1999, le Ministère de l'Agriculture a confié à l'INRA et à l'ITP la mise en place d'une nouvelle expérimentation de mesure du progrès génétique par utilisation de semence congelée. Un premier volet, réalisé dans les élevages expérimentaux de l'INRA, pour le LW uniquement, inclut de nombreux caractères d'intérêt, mais avec une priorité donnée à l'estimation des évolutions génétiques des caractères de reproduction (TRIBOUT et al., 2001 ; 2003). Le second volet,

conduit en élevage de sélection, et qui fait l'objet de cette communication, a pour objectif d'estimer les évolutions génétiques réalisées dans les populations LF et LW pour les caractères de production et de qualité de la viande.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est schématisé sur la figure 1.

L'expérimentation a concerné 15 bandes de truies « supports » LF et LW, réparties dans 12 élevages de sélection. Dans chaque bande, 10 à 15 truies ont été inséminées avec de la semence congelée de verrats de centres d'insémination artificielle (CIA) nés en 1977, représentatifs de la population de l'époque. Au total, 89 truies LF et 77 truies LW ont été inséminées avec de la semence congelée de 23 verrats LF et 21 verrats LW, respectivement. Les autres truies de la bande ont été inséminées avec de la semence fraîche de verrats de CIA ou d'élevage nés en 1999 ou 2000 (au total 31 verrats LF et 31 verrats LW). Les verrats LF et LW témoins ont été choisis de manière à être aussi représentatifs que possible des populations LW et LF au moment de l'étude et à maximiser la variabilité génétique du lot de portées témoins.

Le taux de mise bas des truies inséminées en semence congelée a été de 50,6 % en LF et de 58,4 % en LW tandis qu'il était de 79,9 % et 80,7 %, respectivement, en LF et en LW pour les portées contemporaines issues de semence fraîche. La taille des portées issues de semence congelée était inférieure de 3 porcelets environ par rapport à celle des portées témoins.

Les descendants des verrats nés en 1977 (cohorte 1977, notée C77) issus des 45 portées LF et 44 portées LW obtenues ont été comparés à des descendants de verrats contemporains nés en 1999 et 2000 (notés CT) issus de 45 portées LF et de 45 portées LW. Dans chaque portée, une femelle et

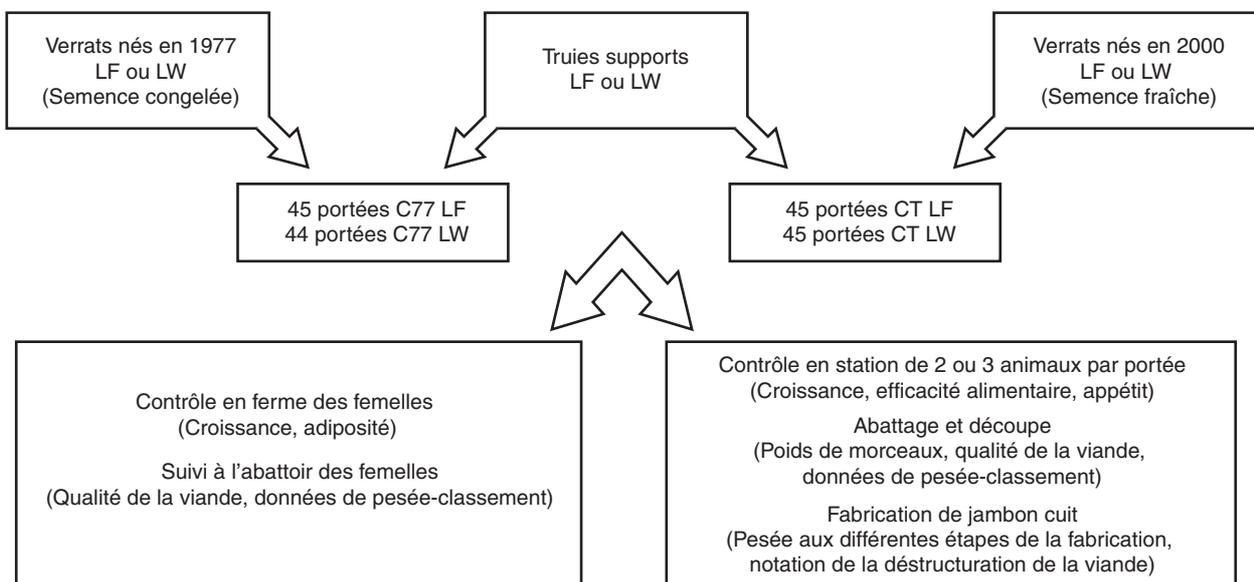


Figure 1 - Présentation du dispositif expérimental

Tableau 1 - Effectifs d'animaux contrôlés par race et par cohorte

Population	Landrace				Large White			
	C77 (1)		CT (1)		C77 (1)		CT (1)	
Sexe	castrats	femelles	castrats	femelles	castrats	femelles	castrats	femelles
Station	48	43	59	40	36	34	33	39
Contrôle en ferme	-	79	-	168	-	112	-	174
Dont suivi abattoir	-	54	-	35	-	46	-	29

(1) C77 : animaux issus des verrats nés en 1977 ; CT : animaux témoins, issus des verrats nés en 1999 et 2000

un ou deux castrats ont été choisis au hasard et transférés dans les stations publiques du Rheu (entrée vers 35 jours d'âge) ou de Mauron (entrée vers 14 jours d'âge) où ils ont fait l'objet d'un contrôle de performances. Les animaux restants de sexe femelle ont été soumis à un contrôle classique de performances en ferme (TRIBOUT et al., 1998). La répartition par race et par cohorte des animaux contrôlés en station et en ferme est présentée dans le tableau 1. Le génotype halothane a été déterminé pour tous les porcelets LF descendants des verrats de 1977 porteurs à l'état hétérozygote de l'allèle de sensibilité à l'halothane.

1.2. Mesures réalisées sur les animaux contrôlés en station

1.2.1. Performances d'engraissement

Les individus ont été soumis au protocole de contrôle des colatéraux (TRIBOUT et al., 1998). Ils ont été alimentés à volonté dans des cases de 10 à 12 animaux de même sexe, équipées d'un automate de distribution ACEMA 48 ou ACEMA 64. Tous les animaux ont été pesés individuellement à l'entrée en station, en post-sevrage, au début et à la fin du contrôle (respectivement vers 35 et 105 kg de poids vif) et avant le départ à l'abattoir. Trois caractères ont été calculés à partir des informations recueillies :

- le Gain Moyen Quotidien de 10 à 22 semaines d'âge (GMQ10-22),
- l'Indice de Consommation (IC) de 35 à 105 kg,
- la Consommation Moyenne Journalière (CMJ) de 35 à 105 kg.

1.2.2. Données d'abattage et de découpe

Les animaux ont tous été abattus à Cooperl-Industrie (Monfort sur Meu - Ille et Vilaine) en 6 lots d'abattage. Chaque lot était constitué d'un nombre équivalent d'animaux C77 et CT de même race issus d'une seule station. Le jour de l'abattage, une mesure de pH a été réalisée 30 mn post mortem sur le muscle demi-membraneux (DM). Le poids chaud de carcasse avec tête et les mesures linéaires d'épaisseur de lard (G1, G2) et de muscle (M2) effectuées dans le cadre du classement commercial des carcasses (DAUMAS et al., 1999) ont également été récupérés. Une découpe normalisée de la demi-carcasse droite a été pratiquée le lendemain de l'abattage. Les poids de la carcasse et des morceaux de découpe (jambon, longe, poitrine, bardière, épaule), ainsi que le pH du muscle DM, la réflectance (REF) et le pouvoir de rétention d'eau (RET) du muscle fessier superficiel ont été enregistrés. Un indice de qualité de viande (IQV) a été calculé selon l'équation établie par l'ITP (1993) :

$$IQV = -41 + 11,01 \text{ pH}24DM + 0,105 \text{ RET} - 0,231 \text{ REF}.$$
Des échantillons de muscle long dorsal ont été prélevés au niveau de la 6^{ème} côte afin de déterminer les pertes par exsudat et à la cuisson (HONIKEL, 1998). Le rendement de carcasse a été calculé comme le rapport entre le poids chaud de carcasse avec tête et le poids vif. Deux estimations de la composition de la carcasse ont été calculées :

- 1) une teneur en viande maigre calculée (TVM_{CAL}) à partir des poids de 3 morceaux de découpe exprimés en proportion du poids de la demi-carcasse selon l'équation définie par METAYER et DAUMAS (1998) : $TVM_{CAL} = 5,684 + 1,197 \% \text{ jambon} + 1,076 \% \text{ longe} - 1,059 \% \text{ bardière}$;
- 2) une teneur en viande maigre prédite (TVM_A) à partir des mesures G1, G2 et M2.

1.2.3. Aptitude à la transformation en jambon cuit

Cinq jours après abattage, les jambons droits et gauches des animaux contrôlés en station ont été désossés dans l'usine de transformation de Fleury Michon (Pouzauges - Vendée). Une note de « déstructuration » a été attribuée, par une seule et même personne pour l'ensemble des jambons, en utilisant la grille de notation à quatre modalités ordonnées mise au point par S. BARBRY : 1 = absence visible de toute déstructuration, 2 = déstructuration superficielle du DM, 3 = déstructuration partielle du DM, tendance à la déstructuration sur d'autres muscles du jambon, 4 = déstructuration profonde du DM et éventuellement d'autres muscles du jambon (BOUFFAUD et al., 2002).

Les jambons de chaque série d'abattage ont ensuite été regroupés par lot (combinaison type génétique x cohorte), transformés selon le procédé « Jambon cuit Label Rouge dégraissé découenné » (Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, DGAL, 2001) puis tranchés 7 jours après le désossage. Pour la dernière série d'abattage, les animaux C77 ont été répartis en fonction du génotype halothane, ce qui a conduit à définir 3 groupes d'animaux : les C77 de génotype NN, les C77 de génotype Nn et les animaux CT présumés de génotype NN.

Des pesées ont été réalisées au cours des principales étapes de la transformation du jambon, permettant le calcul de différents rendements : le rendement au parage a été calculé comme le rapport entre le poids de muscle désossé, dénervé et dégraissé et le poids total du jambon entier. Le rendement technologique a été obtenu par le rapport du poids cuit sur le poids brut des muscles. Le rendement au tranchage (rapport entre le poids des tranches commercialisables et le poids cuit) est lié aux

Tableau 2 - Effets pris en compte dans les modèles d'analyse des différents caractères

Type de caractères	Effets fixes	Effets aléatoires	Covariable
Mesures in vivo en station	Cohorte, Sexe, Lieu d'engraissement	Père(Cohorte), Mère(Cohorte)	Poids début de contrôle
Poids vif et carcasse	Cohorte, Sexe, Date abattage(station)	Père(Cohorte), Mère(Cohorte)	Age à l'abattage
Poids des morceaux	Cohorte, Sexe, Date abattage(station)	Père(Cohorte), Mère(Cohorte)	Poids vif
Qualité de la viande	Cohorte, Sexe, Date abattage(station)	Père(Cohorte), Mère(Cohorte)	

contraintes spécifiques de matériel (entames, talon et fausses tranches) et à la qualité de la matière première (pétéchies, tranches avec trous, déchirées et « pommades »). Enfin, le rendement global, obtenu en combinant les trois rendements précédents, donne une vision synthétique des pertes lors de la fabrication de jambon cuit tranché.

1.3. Mesures réalisées sur les animaux contrôlés en ferme

Tous les animaux de sexe femelle restés en ferme ont fait l'objet d'un contrôle en ferme, en groupe de 18 animaux minimum, alimentés à volonté. Ils ont été pesés à 3 semaines d'âge, ainsi qu'en fin d'engraissement, vers 22 semaines d'âge. A cet âge, l'épaisseur de lard dorsal a été mesurée en 6 points à l'aide d'un appareil à ultrasons. Les données recueillies ont permis de calculer un gain moyen quotidien de 3 à 22 semaines d'âge (GMQ3-22) et une épaisseur moyenne de lard dorsal, ajustée à 100 kg de poids vif (ELD100) (JOURDAIN et al., 1989).

Les informations individuelles du système de pesée-classement (G1, G2, M2, TVM_A), ainsi qu'une mesure du pH du muscle demi-membraneux 24h post mortem (pH24DM) ont été collectées sur un sous-ensemble d'animaux (voir tableau 1).

1.4. Modèles d'analyse

Les données ont été traitées à l'aide de la procédure MIXED du logiciel SAS (SAS Institute, 1996). Les effets pris en compte dans les modèles d'analyse pour les différents caractères sont présentés dans le tableau 2. Le génotype halotha-

ne des animaux n'a pas été considéré dans le modèle d'analyse, l'objet de l'étude étant la mesure des évolutions génétiques globales entre 1977 et 2000.

Le niveau génétique des truies « supports » étant supposé identique pour les deux cohortes C77 et CT, l'évolution génétique est théoriquement le double de l'écart (D) entre les effets estimés pour la cohorte C77 et la cohorte CT. L'évolution génétique annuelle estimée ΔG_a et son erreur standard e.s. ΔG_a sont donc égales respectivement à : $\Delta G_a = (2 \cdot D)/23$ et e.s. $\Delta G_a = (2 \cdot \text{e.s.}D)/23$ (SMITH, 1977), où e.s.D est l'erreur standard de l'écart estimé entre les effets de l'année de naissance des pères.

2. RÉSULTATS

2.1. Performances de croissance, efficacité alimentaire et appétit

Les moyennes des cohortes C77 et témoins pour les principaux caractères mesurés pendant la phase d'engraissement figurent dans le tableau 3. Les évolutions estimées pour les poids en fin de contrôle (en ferme ou en station) et les gains moyens quotidiens montrent une évolution forte et significative de la vitesse de croissance (à l'exception du poids de fin de contrôle en ferme en race LW). En LF et en LW, le progrès génétique annuel s'élève respectivement à +5,8 g/j/an et +9,1 g/j/an pour le GMQ10-22 et à +3,7 g/j/an et +3,3 g/j/an pour le GMQ3-22. Concernant l'indice de consommation, l'écart estimé entre les groupes C77 et CT n'apparaît significatif qu'en race LW ($\Delta G_a = -0,019$ kg/kg). L'augmentation de la CMJ observée dans les deux races n'est significative pour aucune des deux races.

Tableau 3 - Effet de la cohorte et progrès génétique annuel estimé pour les caractères de croissance, l'efficacité alimentaire et l'appétit

Population	Landrace			Large White		
	Moyenne C77 ⁽¹⁾	Moyenne CT ⁽¹⁾	$\Delta G_a \pm \text{e.s.}^{(2)}$	Moyenne C77 ⁽¹⁾	Moyenne CT ⁽¹⁾	$\Delta G_a \pm \text{e.s.}^{(2)}$
Caractères mesurés en station						
Poids en fin de contrôle(kg)	105,3	117,1	1,049 ± 0,209 ***	103,7	109,2	0,491 ± 0,194***
GMQ10-22 (g/j)	837	902	5,801 ± 1,910 **	907	1010	9,132 ± 2,192 ***
IC (kg/kg)	2,93	2,88	-0,005 ± 0,006 NS	2,74	2,52	-0,019 ± 0,005 ***
CMJ (kg)	2,47	2,58	0,010 ± 0,007 NS	2,47	2,56	0,008 ± 0,006 NS
Caractères mesurés en ferme						
Poids en fin de contrôle (kg)	82,9	85,9	0,260 ± 0,104 *	93,8	97,1	0,292 ± 0,159 NS
GMQ3-22 (g/j)	610	651	3,663 ± 0,768***	661	698	3,261 ± 1,179 *

⁽¹⁾ C77 : animaux issus des verrats nés en 1977 ; CT : animaux témoins, issus des verrats nés en 1999 et 2000

⁽²⁾ $\Delta G_a \pm \text{e.s.}$: progrès génétique annuel estimé et erreur standard

NS : non significatif, * : significatif au seuil de 5 %, ** : significatif au seuil de 1 %, *** : significatif au seuil de 0,1 %

2.2. Composition de la carcasse et critères de qualité de la viande

Les principaux résultats obtenus pour la composition de la carcasse et la qualité de la viande figurent dans le tableau 4. L'adiposité de la carcasse, estimée sur l'animal vivant par la mesure aux ultrasons de l'épaisseur de lard dorsal (ELD100), a diminué fortement aussi bien en LW qu'en LF (respectivement -0,24 mm/an et -0,13 mm/an). Cette évolution est confirmée par la réduction importante des mesures linéaires d'épaisseurs de gras sur la carcasse (G1 et G2). Les poids de jambon, d'épaule et de poitrine ont peu évolué sur la période considérée. Par contre, le poids de la bardière a significativement diminué, de 45 g/an pour le LF et 64 g/an pour le LW, et le poids de longe a augmenté de 28 et 27 g/an, respectivement, chez le LF et le LW. Très logiquement, la TVM calculée à partir des poids de morceaux a augmenté de façon importante (+0,2 et +0,3 point de % par an en LF et en LW, respectivement). Une hausse du même ordre est observée sur la TVM prédite à partir des épaisseurs de gras et de muscle mesurées sur la carcasse. Le rendement de carcasse montre une tendance à la baisse, qui n'est significative, au seuil de 5 %, qu'en race LW.

Des évolutions différentes sont obtenues dans les deux races pour les mesures de qualité de viande. En LF, le pH à 30 mn

post mortem et la capacité de rétention d'eau ont augmenté de façon hautement significative au cours de la période considérée, le pH à 24 heures post mortem et la réflectance restant stables. A l'inverse, en race LW, le pH à 30 mn post mortem et la capacité de rétention d'eau sont stables mais le pH à 24 heures post mortem et la réflectance ont décrû de manière significative. En conséquence, l'IQV, qui n'évolue pas significativement en LF, montre une tendance à la baisse en LW. L'évolution des pertes totales en eau, non significative en LF et défavorable en LW, est cohérente avec l'évolution observée pour les pH.

2.3. Fabrication de jambon cuit

Le tableau 5 regroupe les différentes valeurs de rendement calculées lors de la fabrication des jambons cuits. Les notations de déstructuration des muscles du jambon ne sont pas rapportées dans ce tableau, car la fréquence de jambons notés 3 ou 4 (2 % en LW et 2,5 % en LF) était identique quelle que soit la cohorte.

Pour les LF, les écarts entre C77 et CT sont relativement faibles quel que soit le critère considéré. Dans les 3 lots, le rendement global varie de 33 à 40 %. Notons que la variabilité entre lots est très importante pour le rendement au tranchage, le premier se distinguant par un taux de pertes de

Tableau 4 - Effet de la cohorte et progrès génétique annuel estimé pour la composition de la carcasse et la qualité de la viande

Population	Landrace			Large White		
	Moyenne C77 (1)	Moyenne CT (1)	$\Delta G_a \pm e.s. (2)$	Moyenne C77 (1)	Moyenne CT (1)	$\Delta G_a \pm e.s. (2)$
Caractères mesurés en station						
Poids de jambon (kg)	9,21	9,26	0,004 ± 0,006 NS	8,98	9,10	0,011 ± 0,007 NS
Poids de bardière (kg)	4,48	3,97	-0,045 ± 0,011 ***	3,93	3,21	-0,064 ± 0,011 ***
Poids de longe (kg)	10,14	10,45	0,028 ± 0,010 **	10,24	10,54	0,027 ± 0,010 *
Poids d'épaule (kg)	8,91	8,98	0,007 ± 0,007 NS	9,16	9,13	-0,003 ± 0,007 NS
Poids de poitrine (kg)	5,30	5,14	-0,014 ± 0,006 *	4,95	5,05	0,009 ± 0,006 NS
TVM _{CAL} (%)	49,33	51,90	0,228 ± 0,057 ***	50,80	54,37	0,317 ± 0,057 ***
Rendement de carcasse (%)	78,92	78,45	-0,042 ± 0,028 NS	79,72	78,95	-0,068 ± 0,026 *
pH30DM (unité pH)	6,26	6,42	0,014 ± 0,003 ***	6,40	6,41	0,001 ± 0,004 NS
pH24DM (unité pH)	5,71	5,71	0,000 ± 0,004 NS	5,73	5,60	-0,011 ± 0,004 **
RET (10 sec)	3,68	6,46	0,247 ± 0,058 ***	6,20	4,53	-0,148 ± 0,080 NS
REF (unité Ref)	51,34	50,65	-0,062 ± 0,061 NS	49,81	52,67	0,254 ± 0,074 **
IQV (unité IQV)	10,36	10,86	0,044 ± 0,049 NS	11,25	8,94	-0,205 ± 0,059 **
Pertes totales en eau (exsudat & cuisson) (%)	18,15	17,66	-0,044 ± 0,053 NS	18,87	21,06	0,195 ± 0,057 **
Caractères mesurés sur les animaux contrôlés en ferme						
ELD100 (mm)	14,39	12,92	-0,131 ± 0,029 ***	14,67	12,02	-0,236 ± 0,029 ***
pH24DM (unité pH)	5,80	5,68	-0,011 ± 0,010 NS	5,80	5,74	-0,005 ± 0,003 NS
Caractères communs aux animaux contrôlés en ferme et en station						
G1 (mm)	25,79	22,19	-0,320 ± 0,320 ***	22,62	17,52	-0,454 ± 0,058 ***
G2 (mm)	21,90	19,50	-0,213 ± 0,213 **	19,75	15,55	-0,373 ± 0,056 ***
M2 (mm)	49,15	49,83	0,006 ± 0,079 NS	49,78	50,60	0,073 ± 0,081 NS
TVM _A	54,33	56,37	0,181 ± 0,055 **	56,09	59,28	0,283 ± 0,044 ***

(1) C77 : animaux issus des verrats nés en 1977 ; CT : animaux témoins, issus des verrats nés en 1999 et 2000

(2) $\Delta G_a \pm e.s.$: progrès génétique annuel estimé et erreur standard

NS : non significatif, * : significatif au seuil de 5 %, ** : significatif au seuil de 1 %, *** : significatif au seuil de 0,1 %

Tableau 5 - Résultats bruts de la fabrication de jambon

Landrace Français							
	Lot N°1		Lot N°2		Lot N°3		
	C77⁽¹⁾	CT⁽¹⁾	C77⁽¹⁾	CT⁽¹⁾	C77-NN⁽¹⁾	C77-Nn⁽¹⁾	CT⁽¹⁾
Nombre de jambons	70	70	44	74	31	46	54
Rendement parage (%)	46,9	47,0	44,3	45,5	45,2	46,4	45,6
Rendement technologique (%)	99,7	99,4	100,8	100,6	101,6	102,2	102,2
% de pertes pour trous, déchirées et pommades	23,9	23,8	6,5	7,6	16,9	8,7	10,8
Rendement total au tranchage (%)	70,5	70,1	90,2	88,3	74,6	85,4	83,4
Rendement global (%)	32,9	32,8	40,2	40,4	34,3	40,5	38,9
Large White							
	Lot N°4		Lot N°5		Lot N°6		
	C77⁽¹⁾	CT⁽¹⁾	C77⁽¹⁾	CT⁽¹⁾	C77⁽¹⁾	CT⁽¹⁾	
Nombre de jambons	48	42	32	38	59	61	
Rendement parage (%)	49,9	52,5	49,6	51,3	47,8	51,3	
Rendement technologique (%)	97,3	94,1	99,3	93,4	100,1	97,0	
% de pertes pour trous, déchirées et pommades	4,6	7,5	5,3	10,9	4,3	5,9	
Rendement total au tranchage (%)	90,4	87,0	91,1	82,5	91,8	89,0	
Rendement global (%)	43,9	43,0	44,9	39,5	44,0	44,3	

⁽¹⁾ C77 : animaux issus des verrats nés en 1977 ; CT : animaux témoins, issus des verrats nés en 1999 et 2000

tranches très élevé, supérieur à 23 % dans les 2 cohortes. Le dernier lot, qui prenait en compte l'effet du génotype au locus Hal pour la cohorte C77, donne des résultats légèrement favorables aux jambons CT, avec un rendement au parage similaire et de meilleurs rendements technologiques et au tranchage que les jambons C77. Le désavantage des jambons C77 est essentiellement lié aux faibles valeurs obtenues pour les jambons C77-NN, les jambons issus d'hétérozygotes donnant globalement les meilleurs résultats.

En LW, les rendements au parage sont toujours supérieurs pour la cohorte CT (de 1,7 à 3,5 %). Le rendement technologique, quant à lui, est systématiquement meilleur pour la cohorte C77 (de 3,1 à 5,8 %).

Globalement, il semble que, par rapport aux jambons C77, les jambons de la cohorte CT aient un meilleur rendement au parage et des rendements technologique et au tranchage moindres, ce qui conduit à un rendement global quasiment équivalent entre les 2 cohortes (de l'ordre de 44 %).

3. DISCUSSION

3.1. Dispositif expérimental

Les études antérieures basées sur l'utilisation de semence congelée concernaient des périodes de 5 ou 10 ans, au cours desquelles les intensités et les objectifs de sélection étaient relativement stables (MOLENAT et al., 1986 ; OLLIVIER et al., 1991). La période analysée ici est beaucoup plus longue et recouvre différentes évolutions dans les objectifs et méthodes de sélection. En particulier, au cours de la dernière décennie, l'intégration de la taille de portée dans l'objectif de sélection a conduit à une moindre pression de sélection

sur les caractères de production. D'autre part, les travaux de MOLENAT et al. (1986) et d'OLLIVIER et al. (1991) avaient été réalisés à l'aide de truies « supports » croisées LWxLF. La présente étude a pu être réalisée en élevages de sélection, de sorte que tous les animaux contrôlés étaient de race pure, ce qui a permis d'éviter, dans une large mesure, d'éventuels biais liés à une évolution des effets d'hétérosis liés au croisement entre races. Les individus C77 pourraient toutefois avoir bénéficié d'un léger effet d'hétérosis lié à une évolution des fréquences alléliques au cours de la période considérée.

Le suivi de la fabrication de jambon cuit tranché constitue un volet original de cette expérimentation, qui a permis d'avoir une vision générale sur l'aptitude du jambon à la transformation dans des conditions industrielles.

3.2. Race Landrace Français

Dans cette population, la présente étude a permis de mettre en évidence des progrès importants sur la vitesse de croissance : en 23 ans, le gain génétique total s'élève à 130 g environ pour le GMQ de 10 à 22 semaines d'âge. L'évolution annuelle (+5,8 g/j/an) est toutefois nettement inférieure aux valeurs précédemment obtenues par MOLENAT et al. (1986) et OLLIVIER et al. (1991) : respectivement, +14,8 g/j/an et +13,9 g/j/an. Elle est par contre nettement supérieure à l'estimation obtenue à partir d'un modèle animal multicaractère par DUCOS et BIDANEL (1993) sur la période 1977-1990, (+2,4 g/j/an) et est relativement proche de celle estimée dans le cadre de l'évaluation génétique « BLUP – modèle animal » (ITP, 2001) entre 1996 et 2000 (4,1 g/j/an). Les évolutions obtenues sont également plus importantes que celles estimées en Suisse (+2,4 g/j/an - HOFER et al., 1992) et en Allemagne (+0,9 g/j/an -

KOVAC et GROENEVELD, 1990) et comparables à celles obtenues au Canada (+5,5 g/j/an – KENNEDY et al., 1996) et aux USA (environ +4 g/j/an – CHEN et al. 2002). L'absence d'évolution significative pour l'indice de consommation et la consommation moyenne journalière sont en accord avec les résultats des études précédentes.

Des évolutions importantes ont également été obtenues pour les principaux caractères de composition de la carcasse : la TVM a en effet augmenté de plus de 2 points et l'épaisseur de lard dorsal diminué de près de 2 mm au cours de la période considérée. Il est à noter que les résultats obtenus dans les précédentes études sont assez variables en race LF, avec par exemple des évolutions allant de -0,19 point/an (OLLIVIER et al., 1991) à +0,21 point/an (DUCOS et BIDANEL, 1993). Cette variabilité est la traduction d'une évolution génétique non linéaire de la composition corporelle en race LF. Déjà mise en évidence par DUCOS et BIDANEL (1993), cette non linéarité est le reflet de l'évolution des objectifs de sélection en Landrace Français au cours des 2 dernières décennies. Dans les années 1980, l'objectif prioritaire était l'éradication de l'allèle de sensibilité à l'halothane. Lancée en 1981 et renforcée en 1985, cette éradication s'est traduite par une forte diminution des pressions de sélection, voire une contre-sélection, des caractères de composition corporelle, qui ont peu évolué au cours de cette période. À l'inverse, elle a eu des effets positifs sur les caractéristiques de qualité de la viande, en particulier sur la vitesse de chute de pH post mortem. L'IQV est resté stable sur la période étudiée, en accord avec les résultats d'OLLIVIER et al. (1991) et avec l'objectif de sélection, qui intègre depuis 1985 une contrainte de non-détérioration de l'IQV. Des évolutions similaires aux estimations françaises ont été obtenues pour l'épaisseur de lard dorsal en Suisse (-0,10 mm/an – HOFER et al., 1992) et pour la teneur en viande maigre en République Tchèque (WOLF et al. 1998). Par contre, des évolutions nettement plus élevées sont rapportées pour l'épaisseur de lard dorsal au Canada (-0,35 mm/an entre 1975 et 1995 – KENNEDY et al., 1996) et aux USA (-0,37 mm/an – CHEN et al., 2002).

Malgré la diminution significative de l'adiposité des animaux, on n'observe pas d'écarts importants entre cohortes pour le rendement au parage. Le rendement technologique évolue peu, en accord avec la stabilité de l'IQV. L'analyse de l'aptitude à la transformation en fonction du génotype halothane a conduit à des résultats ambigus. Le rendement au parage supérieur pour les jambons C77-Nn par rapport au C77-NN n'est pas un résultat surprenant compte tenu de l'effet de l'allèle sur l'adiposité. En revanche, on aurait pu s'attendre, sur la base des données de la littérature, à un rendement technologique et un rendement global moindres pour les hétérozygotes. Malheureusement, une répétition de ce lot n'a pas pu être réalisée pour confirmer ces observations.

3.3. Race Large White

Bien que les objectifs de sélection du LW et du LF soient similaires, les évolutions génétiques estimées sont généralement plus élevées en LW. Ceci peut s'expliquer par la taille de la population LW, environ deux fois plus importante que celle du LF, mais aussi par des différences dans les deux programmes

de sélection, à savoir l'éradication du gène de sensibilité à l'halothane et la mise en place plus tardive des programmes « hyperprolifériques » en race LF. Le progrès génétique estimé pour le GMQ de 10 à 22 semaines atteint 205 g en 23 ans, soit +9,1 g/j/an. Cette évolution est assez proche du résultat obtenu par OLLIVIER et al. (1991) (+12,8 g/j/an), mais beaucoup plus élevée que l'estimation obtenue dans l'autre volet de cette expérimentation par TRIBOUT et al. (2001) (+1,3 g/j/an) et que celle obtenue à l'aide du BLUP modèle animal par DUCOS et BIDANEL (1993) (+0,76 g/j/an). Les résultats de MOLENAT et al. (1986) se situaient quant à eux dans la gamme haute des estimations avec une valeur de +24,5 g/j/an sur la période 1977–1982. L'amélioration de l'IC (-0,019 kg/kg/an) apparaît pour la première fois dans ce type d'étude hautement significative.

L'évolution annuelle obtenue pour l'épaisseur de lard dorsal (-0,24 mm/an) est très proche des valeurs estimées par TIXIER et SELIER (1986) et par TRIBOUT et al. (2001), mais très inférieure aux estimations fournies par MOLENAT et al. (1986) et OLLIVIER et al. (1991), respectivement de -1,10 mm/an et -0,50 mm/an. L'évolution obtenue pour la teneur en viande maigre (+0,32 point/an) est également nettement inférieure à celle estimée par MOLENAT et al. (1986) (+0,9 point de pourcentage de muscle par an), mais du même ordre de grandeur que celle d'OLLIVIER et al. (1991) (+0,36 point de pourcentage de muscle par an) de 1977 à 1987 et la présente étude aboutit à une estimation de +0,32 point de TVM par an. Les évolutions sont plus élevées que celles obtenues en Suisse (+0,17 %/an pour le % de morceaux nobles – HOFER et al., 1992) et comparables aux résultats canadiens (-0,24 mm/an pour l'épaisseur de lard dorsal – KENNEDY et al., 1996), mais elles sont inférieures à celles rapportées pour l'épaisseur de lard dorsal (CHEN et al., 2002) aux USA (-0,45 mm/an).

La dégradation mise en évidence pour certains caractères de qualité de la viande, notamment le pH 24 heures, la réflectance et par voie de conséquence, l'indice de qualité de la viande, confirme des tendances déjà observées par MOLENAT et al. (1986), OLLIVIER et al. (1991) et DUCOS et BIDANEL (1993). Ces résultats sont confirmés par les résultats obtenus pour les pertes d'exsudat et le rendement technologique. Cette baisse n'avait par contre jamais été mise en évidence par les estimations obtenues dans le cadre de l'évaluation génétique « BLUP-modèle animal ». Cette divergence peut aussi bien s'expliquer par un problème d'échantillonnage des pères ou des mères « supports » dans la présente expérimentation que par un problème lié aux paramètres génétiques utilisés dans le cadre de l'évaluation génétique BLUP modèle animal ou une évolution liée au choix du muscle sur lequel portaient les mesures. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour confirmer ou non ces évolutions. Le second volet de cette expérimentation devrait permettre d'apporter des éléments de réponse.

CONCLUSION

Les premiers résultats de cette expérimentation conduite en élevages de sélection mettent en évidence des évolutions

génétiques importantes pour la vitesse de croissance et la composition de la carcasse dans les races LF et LW entre 1977 et 2000. La qualité technologique du jambon, stable en LF, semble se dégrader en LW. Ces résultats seront complétés dans un proche avenir par ceux de second volet de cette expérimentation (en race LW) et l'exploitation des données complémentaires mesurées dans le cadre de la présente étude (composition chimique des tissus gras et maigres, potentiel glycolytique, analyse sensorielle des rôtis et du jambon cuit...).

Les résultats de cette étude illustrent une nouvelle fois l'intérêt d'un stock de semence congelée pour l'estimation des évolutions génétiques dans les populations animales sélectionnées. En effet, cette méthode, indépendante du système d'évaluation génétique, permet non seulement de vérifier les évolutions régulièrement estimées à l'aide du BLUP-modèle animal, mais aussi de pouvoir faire un bilan sur une période beaucoup plus longue et de disposer d'estimations des évolutions génétiques estimées sur un grand nombre de caractères non mesurés en routine. La constitution de stocks de

semence congelée, qui permettent entre autres choses de disposer d'une « photographie » du niveau génétique d'une population à un instant donné, apparaît donc comme un outil essentiel d'évaluation de la qualité du travail de sélection réalisé.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le concours financier du Ministère de l'Agriculture.

Les auteurs remercient vivement également :

- Les éleveurs sélectionneurs participants ainsi que les techniciens de groupement ou des Organisations de Sélection Porcine, membres des Livres Généalogiques Porcins Collectifs.
- L'ensemble du personnel des stations de contrôle de l'Inra (le Rheu) et d'Agesperc (Mauron) qui a su s'investir et s'organiser pour réaliser un protocole complexe.
- Le personnel du groupe Cooperl (abattage et logistique)
- Le personnel du groupe Fleury Michon.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIDANEL J.P., DUCOS A., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 321-326.
- BOUFFAUD M., DESAUTES-SAWADOGO C., TRIBOUT T., BOULARD J., LAGANT H., COUDURIER B., SELLIER P., 2002, Journées Rech. Porcine, 34, 1-6.
- CHEN P., BAAS T.J., MABRY J.W., DEKKERS J.C.M., KOEHLER K.J., 2002 J. Anim. Sci., 80, 2062-2070.
- DAUMAS G., BOUTHIER M., DHORNE T., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 323-329.
- DUCOS A., BIDANEL J.P., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 59-64.
- GUEBLEZ R., OLLIVIER L., 1986. Techni-Porc, 9(5), 25-31.
- HERMENT A., RUNAVOT J.P., BIDANEL J.P., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 315-320.
- HOFER A., HAGGER C., KUNZI N., 1992, Livest. Prod. Sci., 30, 83-98.
- HONIKEL K.O., 1998. Meat Sci., 49, 447-457.
- I.T.P., 1993, Le nouvel IQV. Document interne, 2p.
- I.T.P., 2001, Le Porc par les Chiffres, I.T.P. Ed. Paris, p.32.
- JOURDAIN C., GUEBLEZ R., LE HENAFF G., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 399-404.
- KENNEDY B.W., QUINTON V.M., SMITH C., 1996. Can. J. Anim. Sci., 76, 41-48.
- KOVAC M., GROENEVELD E., 1990, J. Anim. Sci., 68, 3523-3535.
- LEGAULT C., GRUAND J., 1976. Journées Rech. Porcine en France, 8, 201-206.
- METAYER A., DAUMAS G., 1998. Journées Rech. Porcine en France, 30, 7-11.
- Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, DGAL, 2001, Notice technique définissant les critères minimaux à remplir pour l'obtention d'un label « Produits de charcuterie salaison pur porc », Arrêté du 17 avril 2001, Journal Officiel du 26 avril 2001, p24-25.
- MOLENAT M., BOULARD J., LE HENAFF G., 1986. Journées Rech. Porcine en France, 18, 237-244.
- OLLIVIER L., LAGANT H., GRUAND J., MOLENAT M., 1991. Journées Rech. Porcine en France, 23, 389-394.
- SAS Institute Inc., 1996. SAS System for Mixed Models, CARY, NC 27513, USA.
- SMITH C., 1977. Z. Tierzüchtg. Zuchtsbiol., 94 119-127
- TIXIER M., SELLIER P., 1986, Génét. Sél. Evol., 18, 185-212.
- TRIBOUT T., BIDANEL J.P., GARREAU H., FLEHO J.Y., GUEBLEZ R., LE TIRAN M.H., LIGONESCHE B., LORENT P., DUCOS A., 1998, Journées Rech. Porcine en France, 30, 95-100.
- TRIBOUT T., LAGANT H., CARITEZ J.C., GOGUE J., GRUAND J., GUEBLEZ R., LABROUE F., BIDANEL J.P., 2001. Journées Rech. Porcine en France, 33, 119-125.
- TRIBOUT T., CARITEZ J.C., GOGUE J., GRUAND J., BILLON Y., LE DIVIDICH J., THOMAS F., QUESNEL H., BIDANEL J.P., 2003. Journées Rech. Porcine, 35, 285-292.
- WOLF J., WOLFOVA M., GROENEVELD E., JELINKOVA V., 1998. Zivocisna Vyroba, 43, 545-550.