

Evaluation génétique des aptitudes bouchères des taureaux d'insémination artificielle en station de contrôle individuel et sur descendance

M.N. FOUILLOUX (1,2), G. RENAND (1), J. GAILLARD (1,2), F. MÉNISSIER (1)

(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas Cedex

(2) Institut de l'Élevage, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas Cedex

RÉSUMÉ – L'efficacité de la sélection des taureaux d'insémination artificielle à l'issue du contrôle de leurs performances en station de contrôle individuel (CI) pour améliorer les aptitudes bouchères de leurs descendants (station CD) a été appréciée à travers l'estimation des héritabilités des caractères CI et CD et de leurs corrélations génétiques. Deux modes de sélection ont été étudiés : une sélection sur index « aptitudes bouchères » dans le cadre du schéma d'amélioration de la race Limousine et une sélection divergente sur index « croissance musculaire » dans celui du protocole de l'INRA Charolais-Vachotron II. Il apparaît que cette sélection précoce des taureaux est efficace pour améliorer la croissance et la conformation ($r_g \approx 0,80$) et, dans une moindre mesure, la composition de la carcasse de leurs descendants ($|r_g| \approx 0,30$). Par contre, son incidence attendue est plus faible vis-à-vis du rendement ($r_g < 0,24$). A plus longue échéance, le contrôle sur descendance permet d'affiner la sélection et d'améliorer l'ensemble des caractères d'intérêt économique.

Genetic evaluation of the beef production capacity of artificial insemination beef bulls performance and progeny tested in stations in France

M.N. FOUILLOUX (1,2), G. RENAND (1), J. GAILLARD (1,2), F. MÉNISSIER (1)

(1) INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy-en-Josas Cedex

SUMMARY – The efficiency of the selection of artificial insemination beef bulls in central performance test stations (CI) for improving the beef production ability of their progeny (CD) was determined through the estimation of heritabilities and genetic correlations of the CI and CD traits. Two selection procedures were analysed : a selection the « beef production ability » index used the Limousine breeding scheme and a divergent selection for a « muscle growth » index as part of the experimental scheme in INRA Charolais-Vachotron II. It appears that the early selection of beef bulls based on their CI traits is efficient at improving growth and carcass traits ($r_g \approx 0.80$) and, to a smaller extent, carcass composition of their progeny ($|r_g| \approx 0.30$) but has a limited effect on carcass yield ($r_g \leq 0.24$). In the longer term, progeny testing makes a more accurate selection possible and is efficient at improving all economic traits.

INTRODUCTION

L'amélioration génétique des aptitudes bouchères des races bovines allaitantes en France est réalisée par sélection des reproducteurs, notamment les mâles d'insémination artificielle (IA) destinés à une large diffusion, dans des programmes agréés. Ces programmes comportent trois étapes de sélection : une sélection sur ascendance et sur performances propres avant sevrage, une sélection sur les candidats à la sortie des stations de contrôle individuel (CI) et, une sélection sur descendance à partir des performances de leurs descendants contrôlés en station de contrôle sur descendance (CD).

Après quinze années d'application d'un tel schéma, il devient possible de mesurer l'efficacité de la sélection des taureaux en CI pour améliorer génétiquement les qualités bouchères de leurs descendants destinés à la boucherie. Le progrès génétique par génération est conditionné par l'intensité de sélection (i), l'écart type génétique du caractère sélectionné (σ_a) et la précision de la sélection (ρ) qui est le coefficient de corrélation entre le critère de sélection (valeur génétique estimée) et la valeur génétique vraie de l'animal.

Dans cette étude, nous avons analysé les deux composantes, σ_a et ρ , faisant intervenir les paramètres génétiques, en estimant ceux-ci pour les aptitudes bouchères mesurées en station de CI et de CD, en races Limousine et Charolaise.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. MATÉRIEL ANIMAL

L'étude de l'efficacité de la sélection réalisée à l'issue du CI a été abordée *via* l'analyse du programme de sélection des mâles d'IA de race Limousine et de l'expérimentation INRA-Vachotron II en race Charolaise.

1.1.1. le contrôle individuel

Chaque année, les jeunes taureaux choisis sur ascendance et performance avant sevrage en ferme, entrent en station au sevrage. Après 8 semaines d'adaptation à l'aliment condensé qui leur sera distribué pendant tout le CI, ils subissent une phase d'alimentation *ad libitum* de 4 semaines permettant l'expression maximale de leur potentiel de croissance, puis une phase d'alimentation « limitée » de 14 semaines où est mesurée leur efficacité alimentaire. A l'issue du CI, à l'âge moyen de 16 mois, un index « aptitudes bouchères » est calculé en combinant le poids à âge-type en fin de contrôle (PATF), le développement musculaire (DM) et un critère d'efficacité alimentaire (EFF : écart entre la consommation prédite en fonction du poids et du gain de poids et la consommation observée). Après contrôle de leur fonction sexuelle, les 12 taureaux présentant les meilleurs indices sont alors accouplés par IA à des vaches de même race choisies au hasard dans les troupeaux commerciaux afin d'être contrôlés sur descendance en station (IE-INRA, 1995).

1.1.2. schéma Limousin

Quatorze séries de CI, soit 587 individus nés de 415 pères, ont été contrôlées à la station de Naves (Corrèze) de 1981 à 1994. Parmi ces 587 individus, 113 ont ensuite été testés sur descendance de même que 15 taureaux issus des stations d'évaluation et 3 taureaux témoins assurant la connexion entre séries. Ainsi, de 1985 à 1995, 12 séries de CD, soit 4532 individus nés de ces 131 taureaux, ont été contrôlés. La station

de CD de jeunes bovins de boucherie de la race Limousine est localisée à Pépieux (Gers). Les veaux mâles entrent en station au sevrage. Après 1 mois d'adaptation, ils sont engraisés intensivement avec de l'ensilage de maïs puis abattus à âge fixe (16 mois). Les performances de croissance et de conformation (vif et carcasse) ainsi que le rendement et la note de gras interne de la carcasse sont enregistrés (IE-INRA, 1995).

1.1.3. expérimentation Charolais-Vachotron II

Dix séries, soit 510 mâles nés de 276 pères, ont été contrôlées dans 2 stations de CI de la race Charolaise : Château-Gontier (Mayenne) et Creuzier-le-Neuf (Allier). A l'issue du CI, un indice de sélection « croissance musculaire », différent de l'index « aptitudes bouchères », a été élaboré en combinant le poids à âge-type en fin de contrôle (PATF) et l'efficacité alimentaire (EFF). Chaque année, 3 taureaux ont été sélectionnés parmi ceux qui avaient les 5 meilleurs et les 5 moins bons indices « croissance musculaire » pour être contrôlés sur descendance au domaine expérimental de l'INRA de Bourges (Cher) selon le protocole « Vachotron II » (Renand, 1987).

De 1989 à 1995, 532 veaux mâles, dont 441 nés des 60 taureaux sélectionnés en station de CI, ont été contrôlés de la naissance à l'abattage. A 32 semaines, ils ont été sevrés, puis, après 4 semaines d'adaptation, ils ont été engraisés à l'aide d'un aliment condensé dont la consommation quotidienne a été contrôlée. Leurs performances de croissance, et de conformation ainsi que leur efficacité alimentaire ont été contrôlées en vif. Enfin, ils ont été abattus à 15 ou 19 mois. Les carcasses ont été pesées et leur composition tissulaire estimée grâce à la dissection de la 6^e côte.

1.3. MÉTHODES

1.3.1. caractères

En race Limousine, les caractères analysés sont ceux de l'indice de sélection en CI (PATF, EFF, DM) et, en CD, le poids à âge-type en fin de contrôle (PATF), le poids de carcasse (POIDS), le rendement (RDT), la conformation musculaire en vif (DM) et en carcasse (CONF) et la note de gras interne (GRAS). En race Charolaise, les caractères analysés sont ceux de l'indice de sélection en CI (PATF, EFF) et, en CD, le poids à âge-type en fin de contrôle (PATF), le poids de muscle (POIDS) et la proportion de gras dans la carcasse (GRAS). GRAS et POIDS ont été utilisés pour définir des caractères différents dans les 2 races en raison de la similitude de leur comportement vis-à-vis des autres caractères.

1.3.2. modèles d'analyse des données

Les caractères de CI ont été analysés à l'aide du modèle animal, ceux de CD, à l'aide du modèle père en race Limousine, et du modèle animal en race Charolaise. En race Limousine, les effets fixes pris en compte dans ces modèles sont, pour les caractères en CI, le lot de contemporains ainsi que l'âge de l'animal pour le DM, et, pour les caractères en CD, le rang de vêlage de la mère et le lot de contemporains pour toutes les variables ainsi que le type commercial (broutard ou veau d'étable), le département d'origine et l'âge pour certaines d'entre elles. Les performances contrôlées en race Charolaise ont été corrigées pour les effets du lot de contemporains et de l'âge en CI et, en CD, pour les effets de l'année, de l'âge de la mère, de la gémellité et de l'âge de l'individu.

1.3.3. méthode d'estimation

Les composantes de variances et covariances des caractères ont été estimées à l'aide du logiciel VCE (Groeneveld, 1993), par la méthode du REML (Restricted Estimation Maximum Likelihood) avec des modèles multicaractères. Outre qu'elle permet l'estimation des corrélations génétiques (r_g), l'analyse simultanée des caractères CI et CD permet de tenir compte de l'incidence de la sélection des pères à l'issue du CI sur la variabilité génétique des caractères CD.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES DES CARACTÈRES CD (TABLEAU 1)

(En CD, la structure familiale des données (25 et 7 descendants par père en race Limousine et Charolaise respectivement), permet d'estimer avec une précision correcte les composantes de la variance dans la population des descendants. L'erreur standard de l'estimation des coefficients d'héritabilité est d'environ 0,03 en race Limousine et 0,07 en race Charolaise. Pour les corrélations génétiques, elle est de 0,07 et 0,12 respectivement pour les deux races.

2.1.1. héritabilités

Dans le schéma Limousin, les héritabilités des caractères de croissance et de conformation en vif et en carcasse sont comprises entre 0,20 et 0,30. Actuellement, l'héritabilité supposée des caractères pour l'estimation de la valeur génétique des reproducteurs est de 0,40 (IE-INRA, 1995). On surestime donc les différences de valeur génétique entre pères et, par conséquent, le progrès génétique potentiel. Dans l'expérience Vachotron II, l'héritabilité du PATF est plus élevée (0,48), en raison d'une meilleure maîtrise des conditions de milieu. En effet, les veaux Charolais sont contrôlés de la

naissance à l'abattage dans un seul et même élevage contrairement aux veaux Limousins qui n'entrent en station qu'après le sevrage. Toutefois, dans ce dernier cas, les possibles effets « élevage d'origine » sur les performances des veaux contrôlés ne doivent avoir qu'une incidence limitée sur l'estimation de la valeur génétique de leur père du fait de la répartition au hasard dans différents élevages des inséminations d'un père donné.

Les caractères de composition de la carcasse, ainsi que le rendement, présentent des héritabilités assez élevées (0,44 à 0,57). Ces résultats sont conformes à ceux de la littérature (Renand, 1983 ; Journaux, 1991)

2.1.2. corrélations génétiques

En Limousin, les corrélations génétiques entre PATF et POIDS comme entre DM et CONF sont très fortement positives (0,93 et 0,82 respectivement). De plus, il existe une liaison positive entre RDT et DM ($r_g = 0,22$) et négative entre RDT et PATF (-0,20). En ce qui concerne la composition de la carcasse, la corrélation génétique entre PATF et GRAS est positive ($r_g = 0,31$).

En Charolais, le PATF est indépendant génétiquement du GRAS ($r_g = 0,03$). Ce dernier est très négativement corrélé avec l'EFF ($r_g = 0,70$), et le PATF est très positivement lié au poids de muscle (POIDS) ($r_g = 0,86$).

Il apparaît donc aisé d'améliorer génétiquement le poids et la charnure de la carcasse et, dans une moindre mesure, le rendement à partir de performances mesurées en vif. Par contre, une sélection sur la seule croissance en vif ne permet pas d'améliorer la composition du croît et risque même de la détériorer en race Limousine. La prise en compte de l'efficacité alimentaire serait plus favorable mais sa mesure nécessiterait l'application d'un protocole plus lourd en CD.

Tableau 1
Paramètres génétiques estimés et réponse à la sélection (Charolais-Vachotron II)

		CI			CD							
					vif			carcasse				
		PATF	EFF	DM	PATF	EFF	DM	RDT	POIDS ¹	GRAS ²	CONF	
CI	PATF	0,49	0,06	0,15	0,79		0,39	0,02	0,82	-0,12	0,39	
		0,46	0,31		0,78	0,16			0,69	-0,21		
	EFF		0,39	0,08	0,32		0,14	0,15	0,45	-0,27	0,18	
	DM			0,56	0,11		0,85	0,24	0,29	-0,09	0,70	
CD	v	PATF				0,26		0,31	-0,20	0,93	0,31	0,27
						0,48	0,00			0,86	0,03	
	i	EFF					0,39			0,21	-0,70	
	f	DM					0,27	0,22	0,43	0,20	0,82	
	c	RDT						0,50	0,18	-0,34	0,31	
	r	POIDS ¹							0,22	0,14	0,39	
	a	GRAS ²							0,57	-0,35		
s	CONF								0,44	0,13		
e	CONF									0,21		
		Différentielles de sélection			Réponses à la sélection							
Charolais - Vachotron II		+104,1	-2,05		+27,1	-0,16			+14,2	-5		
		kg	kg/j		kg	kg/j			kg	g/kg		

Première ligne : Limousin ;
Seconde ligne : Charolais

Sur la diagonale : héritabilités ;
au-dessus de la diagonale : corrélations génétiques

¹ POIDS : Limousin = Poids de carcasse ;
Charolais = Poids de muscle ;

² GRAS : Limousin = Note de gras interne ;
Charolais = Proportion de dépôts adipeux.

2.2. PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES DES CARACTÈRES EN CI (TABLEAU 1)

En CI, la faible parenté moyenne ne permet pas d'estimer précisément les paramètres génétiques.

2.2.1. Héritabilités

En Limousin, les héritabilités du PATF et du DM estimées en CI sont supérieures à celles estimées en CD sur les caractères analogues. En Charolais, les héritabilités CI et CD du PATF sont comparables, tandis que l'héritabilité CI de l'EFF est inférieure à celle estimée en CD. En CI, l'estimation des coefficients d'héritabilité peut être affectée par une possible confusion entre la valeur génétique de l'animal et un effet lié à son élevage d'origine qu'il est impossible d'intégrer dans le modèle d'analyse des données (peu de mâles évalués par élevage). Par ailleurs, en race Limousine, les conditions de conduite en CI sont mieux maîtrisées qu'en CD (protocole plus strict, aliment moins encombrant), ce qui peut contribuer à augmenter les héritabilités estimées en CI comparativement au CD.

2.2.2. corrélations génétiques

En race Limousine, le PATF, le DM et l'EFF mesurés en CI sont indépendants génétiquement. En race Charolaise, la corrélation génétique entre le PATF et l'EFF est positive (0,31).

2.3. CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ENTRE CARACTÈRES CI ET CD (TABLEAU 1)

La liaison entre la croissance des individus en CD ou leur poids de carcasse et le PATF de leur père en CI, ainsi que la liaison entre conformation musculaire (vif et carcasse) des individus en CD et celle de leur père en CI sont fortement positives. Ces corrélations comprises entre 0,70 et 0,85 montrent que ces caractères analogues contrôlés en CI et en CD sont très proches génétiquement sans être strictement identiques. Par contre, en race Charolaise, la corrélation génétique entre l'EFF mesurée en CI et l'EFF mesurée en CD n'est que de 0,61. Par ailleurs, l'EFF en CI présente des corrélations génétiques comprises entre 0,32 et 0,46 avec la croissance en CD (PATF et POIDS) et une corrélation génétique négative avec GRAS en CD ($r_g = -0,30$). De même, la corrélation génétique entre le PATF en CI et le GRAS en CD est négative (comprise entre -0,21 et -0,12). Enfin, en race Limousine, le RDT en CD est lié positivement avec le DM en CI ($r_g = 0,24$), tandis que la corrélation génétique entre le RDT en CD et le PATF en CI est nulle.

La sélection des mâles réalisée en CI est surtout efficace pour améliorer la croissance et la conformation musculaire en vif et en carcasse de leur descendants et, dans une moindre mesure, le RDT en réponse à la sélection sur DM, la composition de la carcasse et l'EFF.

Notons enfin qu'en race Charolaise, pour une différentielle de sélection entre les 2 groupes de pères de 104 kg de poids en fin de contrôle et une économie de 2,05 kg/j d'aliments consommés (tableau 1), on obtient, sur leurs descendants, une réponse de 27 kg et de 0,16 kg/j pour ces mêmes caractères respectivement et de 17 kg pour le poids de carcasse. Parmi ces 17 kg, 14,2 kg sont imputables au poids de muscle tandis que le poids de dépôts adipeux n'a pas significativement augmenté (+0,4 kg). Par conséquent, la sélection divergente des pères a été efficace pour améliorer la croissance musculaire et la composition de carcasse des descendants en CD (-5g de gras/kg).

CONCLUSION

Au vu des paramètres génétiques estimés dans cette étude et malgré la faible précision des coefficients d'héritabilité estimés, le protocole de sélection des mâles d'IA sur les performances collectées en CI paraît efficace pour améliorer le poids de carcasse et la conformation musculaire des races bovines à viande et, dans une moindre mesure, la composition de leur carcasse. Cette sélection à l'issue du CI a l'avantage d'être précoce (16 mois) mais elle a peu d'incidence sur le rendement à l'abattage. Le CD permet d'obtenir des estimés de valeurs génétiques plus précises et d'améliorer plus efficacement le rendement en augmentant la quantité d'information par taureau, notamment sur les caractéristiques de carcasse de leurs descendants abattus. Malgré tout, la mesure précise de la composition de carcasse nécessiterait la mise en place de contrôles plus lourds, difficiles à intégrer dans les protocoles nationaux par manque de moyens. L'appareil VOS (« *Velocity Of Sound* », Renand & Fisher, 1997), qui permet d'estimer le taux de gras de l'animal, semble être une méthode d'avenir car rapide et de moindres coûts. Cette méthode est actuellement en cours d'évaluation dans les programmes de sélection.

Remerciements au personnel des stations de CI (Naves, Creuzier-le-Neuf, Chateau-Gontier), de la station de CD de Pépieux et du vachotron de Bourges, de l'INRA et de la MNE qui nous ont fourni les données pour cette analyse.

RÉFÉRENCES

GROENEVELD E., 1993. (Co)Variance Component Estimation.. *Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology, Mariensee*.

IE (INSTITUT DE L'ELEVAGE) - INRA, 1995. Répertoire français des méthodes et des procédures de contrôle et d'évaluation génétique des reproducteurs ovins et bovins de races allaitantes. *Compte rendu n°2316, mai 1995*.

JOURNAUX L., 1991. Estimation conjointe des composantes de la variance en contrôle individuel et en contrôle de

descendance par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte. *Mémoire de fin d'études - INAPG, 45p*.

RENAND G., 1983. Analyse de la variabilité de la croissance et de ses composantes chez les bovins ; conséquences pour l'amélioration génétique des aptitudes bouchères. *Thèse de doctorat INAPG, 213p*.

RENAND G., 1987. *Charolais, n°83, janvier 1987*.

RENAND G., FISHER A.V., 1997. *Livest. Product. Science, sous presse*.