

Première évaluation génétique de la morphologie mammaire des brebis laitières Lacaune

C. MARIE-ETANCELIN (1), J.-M. ASTRUC (2), F. PAILLER (3), D. PORTE (3), H. LARROQUE (4), C. ROBERT-GRANIE (1)
(1) INRA-SAGA, 31326 Castanet Tolosan
(2) Institut de l'Élevage, 31326 Castanet Tolosan
(3) INRA Domaine de La Fage, 12250 Roquefort
(4) INRA SGQA, 78352 Jouy-en-Josas

RESUME - Les paramètres génétiques des 3 postes de pointage de mamelle (angle des trayons, sillon et distance plancher-jarret) de brebis Lacaune ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) appliquée à un modèle animal multi-caractères. Les analyses ont porté sur 82019 brebis primipares réparties dans 352 troupeaux et notées par 12 pointeurs de 2000 à 2003. Les héritabilités obtenues sont de 0,19 pour la distance plancher-jarret, 0,26 pour le sillon et 0,33 pour l'angle des trayons. Les corrélations génétiques entre postes de pointage sont globalement modérées à élevées (entre 0,14 et 0,49) mais toujours favorables. Les index des 3 postes de pointages ont été calculés et les corrélations de ces index avec les index "cellules somatiques" ont été étudiées. Sur les 5 dernières années, l'évolution des index montre une détérioration des caractères morphologiques, particulièrement pour la profondeur de la mamelle. Les corrélations entre index "cellules somatiques" et index "morphologie mammaire" sont faibles mais favorables (entre 0,1 et 0,2).

First genetic udder morphological evaluation of Lacaune dairy sheep

C. MARIE-ETANCELIN (1), J.-M. ASTRUC (2), F. PAILLER (3), D. PORTE (3), H. LARROQUE (4), C. ROBERT-GRANIE (1)
(1) INRA-SAGA, 31326 Castanet Tolosan

SUMMARY - Genetic parameters for three linear udder type traits (teat angle, udder cleft and udder depth) in the Lacaune breed were estimated by the restricted maximum likelihood method (REML) using a multiple-trait animal model. The analyses were carried out on 82,019 primiparous ewes in 352 flocks, recorded by 12 classifiers from 2000 to 2003. Heritability estimates were 0.19 for udder depth, 0.26 for udder cleft and 0.33 for teat angle. The genetic correlations among the udder traits were globally moderate to high (ranging from 0.14 to 0.49), and always favourable. Estimated breeding values (EBV) were computed for udder type traits and correlations with EBV for somatic cell scores were examined. Over the last 5 years, the trends of EBV showed a deterioration of udder type traits, especially for udder depth. In addition, the correlations between EBV for somatic cell scores and EBV for udder type traits were weak but favourable (from 0.1 to 0.2).

INTRODUCTION

Depuis le début des années 90, les éleveurs de brebis laitières Lacaune se plaignent de déformation de la mamelle des brebis avec principalement augmentation des mamelles décrochées dites en “poche”. Or intuitivement, une meilleure conformation de la mamelle est associée à une plus grande aptitude à la traite mécanique et à une meilleure santé de la mamelle. Ces observations d'éleveurs ont été validées expérimentalement, par création d'une sélection laitière divergente au Domaine INRA de La Fage qui a permis l'étude de la réponse corrélée sur la forme des mamelles des brebis (Marie, 1999) : la relation génétique défavorable entre production laitière et morphologie mammaire était mise en évidence alors que parallèlement, les cinétiques d'émission du lait étaient améliorées par la sélection laitière (Marie-Etancelin *et al.*, 2005b). Forts de ces éléments et sachant que le schéma de sélection Lacaune laitier produit un gain génétique laitier annuel de 6 litres (Astruc *et al.*, 2002), les éleveurs de brebis Lacaune ont choisi d'inclure progressivement les caractères de morphologie mammaire dans l'index de sélection. Pour ce faire depuis 1999, une table d'appréciation de la forme de la mamelle notant 3 caractéristiques de cette dernière (l'angle des trayons, le sillon médian et la profondeur de la mamelle) est appliquée sur les troupeaux de brebis laitières du noyau de sélection et les pointeurs ont été formés en conséquence. En 2003, environ 90 % des troupeaux du noyau de sélection avaient leurs brebis primipares pointées pour leur morphologie mammaire.

L'objectif de cette communication est dans un premier temps de présenter pour la première fois les paramètres génétiques des 3 postes de pointage estimés non plus expérimentalement mais dans la population Lacaune en ferme. En deuxième, après indexation de ces 3 caractères morphologiques, nous étudierons les évolutions des index selon le millésime des animaux et discuterons les corrélations de ces mêmes index avec l'index “cellules somatiques”.

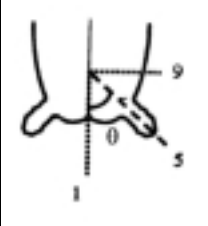
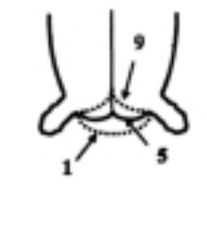
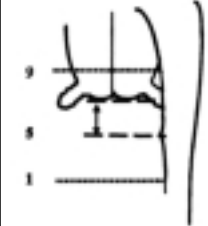
1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DESCRIPTION DES DONNEES

De 2000 à 2003, 12 techniciens appartenant aux organismes de sélection Lacaune (UPRA et les 2 Centres d'Insémination Artificielle) ont été formés à une table de pointage de la morphologie mammaire, comprenant 3 caractères définis chacun sur une échelle de 1 à 9, permettant de considérer ces caractères comme linéaires. Ces 3 caractères, décrits dans la figure 1, sont respectivement :

- 1- l'angle des trayons défini comme l'angle entre l'axe du trayon et la verticale ;
- 2- le sillon médian caractérisant le degré de séparation des 2 hémimamelles ;
- 3- la profondeur de la mamelle appréciée par la distance entre le jarret et le plancher de la mamelle. Le déséquilibre de la mamelle est noté afin d'enlever des pointages, des mamelles trop déséquilibrées (mamelles ayant eu un problème sanitaire).

Figure 1 : description des postes de pointages

Angle des Trayons	Sillon	Distance Plancher-Jarret
		
1 = vertical 9 = horizontal	1 = absent 9 = bien marqué	1 = décroché 9 = ramassé

Au total, les données de 82 019 brebis, pointées en première lactation à un an d'âge, ont pu être analysées après suppression de 4 % des animaux avec des mamelles trop déséquilibrées. Ces brebis pointées, filles de 2486 béliers Lacaune, sont issues de 352 troupeaux appartenant au noyau de sélection Lacaune laitier, représentant ainsi 90 % de ce noyau. Chaque bélier a au moins 20 filles pointées et chaque pointeur a pointé au minimum 2900 brebis.

1.2. METHODES ET ANALYSES STATISTIQUES

Les données ont été analysées en multi-caractères avec le modèle animal suivant :

$$y = X\beta + Za + e$$

où y est le vecteur des n observations pour les 3 caractères pointés ; β est le vecteur des effets fixes ; a est le vecteur des effets génétiques additifs aléatoires ; e est le vecteur des effets résiduels aléatoires ; X et Z sont les matrices d'incidence respectivement des effets fixes et génétiques. Les effets aléatoires a et e du modèle sont supposés distribués selon une loi normale de moyenne nulle et de matrice de variance covariance respective G et R . Au travers de ces matrices G et R sont pris en compte, respectivement, les corrélations génétiques et environnementales entre les différents caractères analysés.

Les *pedigrees* ont été tracés sur 7 générations d'ancêtres, soit 247 508 animaux au total. Pour chaque animal, les facteurs de variation significatifs retenus sont sous forme de 3 combinaisons d'effets, à savoir “année, troupeau, pointeur et écart de temps entre pointage et traite”, “année, stade de lactation et âge à la mise bas”, “année et nombre d'agneaux allaités”.

L'estimation des paramètres génétiques (héritabilités, corrélations génétiques et résiduelles) des 3 postes de pointage a été conduite en multi-caractères par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML). Le modèle étant appliqué aux 3 caractères, sans données manquantes, les variances-covariances génétiques et résiduelles sont estimées par transformation canonique (Meyer, 1985) appliquée à un modèle animal. Les écart-types des héritabilités ainsi que les corrélations résiduelles et génétiques sont calculés conformément à Colleau *et al.*, (1989).

L'estimation des index a été réalisée simultanément pour les 3 caractères de morphologie mammaire, par BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) appliqué au modèle animal précédemment décrit. Les calculs ont été effectués grâce au programme BLUPF90 de Mizstal *et al.*, (2002) et la précision des index (CD) estimée par l'approximation de Harris et Johnson (1998). Les tendances génétiques ont été calculées en moyennant les index de morphologie mammaire pour les brebis et les béliers selon leur année de naissance de 1997 à 2002.

Actuellement, les index officiels calculés en France pour les brebis laitières sont les index pour les caractères de production laitière (Astruc *et al.*, 2002) et les scores de cellules somatiques (Rupp *et al.*, 2002). Les corrélations entre index "cellules somatiques" d'une part, et index "morphologie mammaire" d'autre part, ont été estimées à partir de 1092 béliers testés sur descendance avec au moins 10 filles.

2. RESULTATS

Les brebis pointées ont en moyenne un angle des trayons de 6,7 points soit un trayon à environ 75°, ce qui est peu favorable pour la traite mécanique. Pour ces animaux primipares, le sillon médian, très variable, présente une note intermédiaire (5) et le plancher de la mamelle se situe en moyenne 5 à 10 cm au-dessus du jarret.

2.1. PARAMETRES GENETIQUES

Les héritabilités estimées pour la morphologie mammaire sont globalement modérées, variant de 0,19 pour le plancher-jarret à 0,33 pour l'angle des trayons, le sillon ayant une héritabilité intermédiaire de 0,26 (tableau 1). Ces estimations sont cohérentes avec celles obtenues dans d'autres races de brebis laitières, estimations (Fernandez *et al.*, 1997 ; Ugarte *et al.*, 2001 ; Casu *et al.*, 2002 ; Serrano *et al.*, 2002) qui varient entre 0,20 et 0,37 pour l'angle des trayons, 0,16 à 0,25 pour la distance plancher-jarret et 0,19 pour le sillon. Les corrélations génétiques entre caractères de morphologie mammaire sont moyennes à élevées et varient en valeur absolue entre 0,14 et 0,49 (tableau 1). De plus, toutes ces associations génétiques sont favorables vis-à-vis de la facilité de traite, à savoir : plus les trayons sont verticaux, moins la mamelle est décrochée et plus le sillon est marqué.

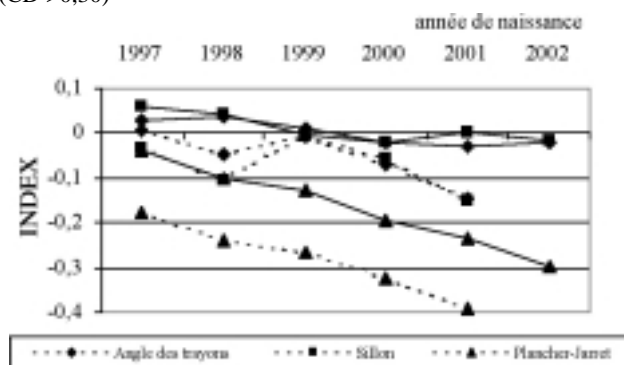
Tableau 1 : héritabilités (écart-type) sur la diagonale, corrélations génétique (écart-type) au-dessus de la diagonale et corrélations résiduelles (écart-type) en dessous de la diagonale

	Angle des trayons	Sillon	Plancher-Jarret
Angle des trayons	0,33 (0,01)	-0,37 (0,03)	-0,49 (0,03)
Sillon	-0,14 (0,02)	0,26 (0,02)	+0,14 (0,04)
Plancher-Jarret	-0,03 (0,03)	+0,11 (0,03)	0,19 (0,01)

2.2. EVALUATION GENETIQUE

L'évolution génétique des 3 index de morphologie mammaire est illustrée par la figure 2. De 1997 à 2002, l'index "plancher-jarret" décroît significativement à la fois pour les mâles et les femelles, avec en moyenne une chute de 0,5 écart-type génétique en 10 ans. Cette diminution d'index est moins marquée pour l'angle des trayons et le sillon, avec un gradient moyen de -0,15 écart-type génétique en 10 ans. Si seule la dégradation de la distance plancher-jarret est notable ici, il faut souligner que l'évolution des index n'a pu être étudiée que sur une courte période de 6 ans.

Figure 2 : évolution des index pour les mâles (lignes pointillées) et les femelles (lignes continues) par année de naissance (CD >0,30)



2.3. RELATIONS ENTRE LES INDEX DE MORPHOLOGIE MAMMAIRE ET L'INDEX DE SANTE DE LA MAMELLE

Les corrélations entre l'index "cellules somatiques" et les 3 index de morphologie mammaire sont moyennes (de 0,10 pour l'angle des trayons à 0,21 pour le sillon et le plancher-jarret) et toutes favorables. Ainsi, plus une mamelle a une forme adaptée à la traite mécanique (à savoir des trayons verticaux, un sillon marqué et une mamelle non décrochée) moins il y a de cellules somatiques.

3. DISCUSSION

Les résultats présentés - héritabilités modérées et lien génétique entre caractères de forme de la mamelle favorable - permettent d'envisager une sélection efficace sur chacun des 3 postes de pointage. De plus, il est possible de sélectionner sur un seul critère de morphologie mammaire pour améliorer la facilité de traite des animaux, les 2 autres postes seront améliorés par sélection indirecte. Ainsi, l'angle des trayons, qui a la plus grande variabilité génétique et est directement lié à la facilité de branchement du faisceau trayeur pourrait être choisi, sachant que la sélection de trayons plus verticaux entraînerait une amélioration de conformation globale de la mamelle.

Grâce à l'étude de l'évolution des index de morphologie mammaire par cohorte de naissance des animaux, nous confirmons en partie les résultats obtenus sur le domaine INRA de La Fage (Marie *et al.*, 1999), à savoir que la sélection laitière actuelle façonne une mamelle plus décrochée. Toutefois, cette tendance est à considérer avec précaution, car elle inclut des millésimes de mâles pour lesquels le nombre de filles pointées est faible. Par ailleurs, le dispositif expérimental de sélection divergente sur la production laitière avait aussi montré que, dans une moindre mesure, les trayons tendaient à devenir plus horizontaux. Cette dégradation de la conformation de la mamelle est confirmée par Marie-Etancelin *et al.*, (2005a), qui estiment des corrélations génétiques défavorables entre les index de morphologie et l'index synthétique laitier : -0,29 pour le plancher jarret et +0,11 pour l'angle des trayons, la corrélation n'étant pas significative pour le sillon.

L'originalité de cette communication est la mise en évidence, en brebis laitière, de relations génétiques faibles mais favorables entre la forme de la mamelle et les cellules somatiques produites dans le lait. Ainsi, une sélection pour améliorer la conformation de la mamelle ne dégradera pas la santé de celle-ci. Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus en bovins laitiers (Boettcher *et al.*, 1998 ; Rupp et Boichard, 1999), qui montrent qu'une mamelle décrochée avec des trayons haut implantés présente un score de cellules somatiques plus élevé.

CONCLUSION

En race Lacaune, les caractères de morphologie mammaire, appréciés par un unique pointage sur des brebis primipares, présentent des valeurs d'héritabilités moyennes. Cela suggère qu'une sélection à partir d'un pointage simplifié de la morphologie mammaire permet de produire un progrès génétique. Depuis 2004, une indexation annuelle est réalisée en routine sur ces caractères et une réflexion pour intégrer la conformation mammaire dans le critère de sélection est en cours.

L'antagonisme génétique entre production laitière et morphologie mammaire mis en évidence démontre la nécessité d'inclure la conformation mammaire dans l'objectif de sélection pour, au minimum, stopper cette dégradation. Par ailleurs, les relations génétiques favorables entre comptage de cellules somatiques et morphologie mammaire permettent d'envisager un index global "mammaire" combinant ces 2 groupes de caractères. Au final, le poids économique attribué au critère de morphologie mammaire par rapport aux 2 autres composantes du critère de sélection que sont la production laitière et la santé mammaire, définira l'évolution génétique de la forme de la mamelle des brebis laitières Lacaune.

Ceci étant, la facilité de traite d'un ruminant laitier ne se limite pas à la seule forme de sa mamelle : les courbes d'émission du lait y contribuent aussi. Les relations génétiques d'une part entre débits et morphologie mammaire et d'autre part entre débits et santé mammaire devront être estimées pour prendre en compte l'ensemble des composantes de la facilité de traite.

Les auteurs remercient les techniciens des 2 Unités de Sélection pour la réalisation des pointages en ferme, et MM. V. Ducrocq (INRA, SGQA, Jouy-en-Josas) et I. Mizstal (University of Georgia, USA) pour la fourniture des programmes de calcul des paramètres génétiques et d'indexation.

Astruc J.M., Barillet F., Barbat A., Clément V., Boichard D., 2002. *Proc.7th WCGALP.* 19-23 August 2002, N°01-45.

Boettcher P. J., Dekkers J.C.M., Kolstad B.W., 1998. *J. Dairy Sci.* 81:1157-1168.

Casu S., Fresi P., Carta A., 2002. *Proc.7th WCGALP.* 19-23 August 2002, N°09-04.

Colleau J.J., Beaumont C., Regaldo D., 1989. *Livest. Prod. Sci.* 23, 47-66.

Harris B., and Johnson D., 1998. *J. Dairy Sci.*, 81, 2723-2728.

Fernandez G., Baro J.A., de la Fuente L.F., San Primitivo F., 1997. *J. Dairy Sci.* 80, 601-605.

Marie C., 1999. Contrat Européen FAIR 1 CT 95-088 1 - fascicule 1- période du 01/04/98 au 31/03/99.

Marie-Etancelin C., Astruc J.M., Porte D., Larroque H., Robert-Granié C., 2005a. *Livest. Prod. Sci.* sous presse.

Marie-Etancelin C., Manfredi E., Aurel M.R., Paillet F., Arhainx J., Ricard E., Lagriffoul G., Guillouet P., Bibé B., Barillet F., 2005b. *Genet. Sel. Evol.* sous presse.

Meyer K., 1985. *Biometrics* 41, 153-165.

Mizstal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D.H., 2002. *Proc.7th WCGALP.* 19-23 August 2002, N°28-07.

Rupp R., Boichard D., 1999. *J. Dairy Sci.*, 82(10), 2198-2204.

Rupp R., Boichard D., Barbat A., Astruc J.M., Lagriffoul G., Barillet F., 2002b. *Proc.7th WCGALP.* 19-23 August 2002, N°09-28.

Serrano M., Péres-Guzman M.P., Montoro V., Jurado J.J., 2002. *Livest. Prod. Sci.* 77, 355-361.

Ugarte E., Legarra A., Beltran de Herediaq I., Arranz J., 2001. *Bull. Interbull, Wageningen.*