

Elaboration d'un index synthétique caprin combinant les caractères laitiers et des caractères de morphologie mammaire

V. CLEMENT (1), P. MARTIN (2), F. BARILLET (3)

(1) Institut de l'Élevage, INRA-SAGA, B.P. 52627 - 31326 Castanet-Tolosan Cedex

(2) Caprigène-France

(3) Institut National de la Recherche Agronomique, Station d'Amélioration Génétique des Animaux, B.P. 52627 - 31326 Castanet-Tolosan Cedex

RESUME - Le critère de sélection utilisé dans le schéma de sélection des caprins de races Alpines et Saanen est un index de synthèse appelé ICC qui combine les seuls caractères laitiers. En ce qui concerne la morphologie, les chèvres nées de boucs d'IA dans les élevages du noyau de sélection sont pointées en première lactation sur 17 postes décrivant des caractéristiques du corps et des aplombs, de la mamelle et des trayons. Une étude a été conduite de façon à déterminer dans un premier temps un index de synthèse combinant les caractères de morphologie les plus pertinents, et dans un deuxième temps un index global incluant l'ICC et l'index de synthèse morphologique. Les paramètres génétiques des caractères de morphologie ont été estimés, ainsi que leurs corrélations génétiques avec les caractères laitiers. Ces résultats ont permis de définir un index de synthèse pour chacune des races composé pour l'instant de quatre postes de morphologie mammaire. Cet index de synthèse a ensuite été combiné avec l'ICC de façon à définir un index global adapté à chacune des 2 races. L'utilisation de ces index au niveau du schéma de sélection et leur diffusion auprès des éleveurs ont entraîné des évolutions au niveau du protocole de pointage, de la collecte et de la valorisation des données morphologiques.

Elaboration of a total merit index combining dairy and udder type traits

V. CLEMENT (1), P. MARTIN (2), F. BARILLET (3)

(1) Institut de l'Élevage, INRA-SAGA, B.P. 52627 - 31326 Castanet-Tolosan Cedex

SUMMARY - The selection criterion used in the goat breeding scheme of Alpine and Saanen breeds is a total merit index called ICC, which combines several dairy traits. Goats with an AI sire that are part of the selection nucleus were evaluated during first lactation for 17 type traits relative to the body, feet and legs, and udder and teat conformation. A study was conducted in order to define a total merit index combining the most relevant type traits, and in a second step a total merit index including ICC and type traits. Genetic parameters of type traits were estimated as well as genetic correlations between type and dairy traits. These results led to the definition of a total merit index for each breed. This index is composed of four type traits related to the udder. This index was combined with ICC in order to define a global index. The use of these two indices in the breeding scheme and the distribution to goat breeders implied some evolution for data-recording and data utilisation.

INTRODUCTION

La prise en compte des caractères de morphologie dans un schéma de sélection laitière présente des intérêts multiples. Le premier objectif est d'agir sur la longévité fonctionnelle des animaux, en réduisant la fréquence des réformes prématurées liées à un défaut d'origine morphologique, de façon à limiter les coûts de production qui en résultent. D'autre part, la prise en compte de la morphologie, en particulier de la morphologie mammaire, facilite le travail de l'éleveur en réduisant le temps passé en salle de traite et permet d'agir sur la santé de la mamelle (diminution des mammites, ...).

Dans le schéma de sélection des caprins laitiers français, divers postes de morphologie sont mesurés pour les cheptels des éleveurs du noyau de sélection depuis 1994 : 17 postes de morphologie sont ainsi pointés pour les femelles issues d'IA et une partie des femelles issues de monte naturelle. Ces postes font l'objet d'une évaluation génétique et les index sont diffusés sur le catalogue des boucs d'IA pour 8 caractères parmi les 17.

Toutes les raisons évoquées précédemment, ainsi que la constatation par les éleveurs de la dégradation de la morphologie mammaire, ont conduit à prendre en compte certains de ces postes dans le schéma de sélection, à travers un index de synthèse combinant d'une part l'index de synthèse laitier ICC (critère de sélection actuel, Belichon *et al.*, 1999) et un index de synthèse de certains postes de morphologie.

Le travail résulte d'une collaboration entre Caprigène-France, l'INRA et l'Institut de l'Élevage. Des éleveurs adhérents à Caprigène ont apporté leur contribution tout au long de l'étude.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DESCRIPTION DES POSTES DE MORPHOLOGIE

Dans les élevages caprins, les postes de morphologie pris en compte sont soit pointés (les animaux sont évalués avec une note sur une échelle linéaire variant de 1 à 9), soit mesurés. Ces postes décrivent la morphologie du corps et des aplombs (tour de poitrine, ligne de dos, angle du bassin, écartement entre les jarrets, ouverture des pieds, pâtures), la morphologie de la mamelle (avant-pis, profil, hauteur du plancher, forme de l'arrière-pis, qualité de l'attache-arrière), et la morphologie des trayons (longueur, diamètre, forme, inclinaison, implantation et orientation). Les postes mesurés sont le tour de poitrine, la longueur et le diamètre des trayons.

1.2. DEROULEMENT DE L'ETUDE

Dans un premier temps, il s'agissait de déterminer la composition de l'index de synthèse morphologique, c'est-à-dire le nombre et la nature des postes à prendre en compte parmi les 17. Ce travail sur l'index de synthèse visait aussi à diminuer le nombre de postes pointés de façon à augmenter progressivement la population de femelles pointées. Une fois ces postes choisis, il fallait définir leur pondération dans l'index de synthèse morphologique.

La dernière étape pour l'élaboration d'un index synthétique global était de définir quel poids accorder aux caractères laitiers par rapport à ceux de morphologie, en fonction des objectifs fixés.

Les composantes de la variance pour l'estimation des paramètres génétiques ont été obtenues par maximum de vraisemblance restreint, selon un modèle animal, à partir de 37 305 et 23 551 chèvres de races Alpine et Saanen respectivement, pointées de 1998 à 2004, lors du contrôle de leur première lactation, considérée pour les caractères laitiers. L'estimation de l'héritabilité des caractères de morphologie, des corrélations génétiques des caractères entre eux et avec les caractères laitiers composant l'ICC (ICC = IMP + 0,4

ITP + 0,2 IMG + 0,1 ITB) ont contribué à déterminer les postes à inclure dans l'index de synthèse morphologique. Des simulations de gain génétique attendu en situation asymptotique ont permis de tester la robustesse des réponses à divers jeux de pondérations possibles.

Les différentielles de sélection pour les mères à boucs ont aussi été calculées.

2. RESULTATS

Les héritabilités et corrélations génétiques entre caractères de morphologie sont en accord avec les premières estimations fondées sur des échantillons de plus petite taille (Manfredi *et al.*, 2001).

Tableau 1 : héritabilités (sur la diagonale) et corrélations génétiques (au-dessus de la diagonale) des caractères de morphologie du corps et des aplombs et corrélation génétique avec la production laitière en race Saanen (à gauche) et Alpine (à droite).

Caractères	TPO	LID	AND	ECJ	OUP	PAT	LAIT
Tour de poitrine (TPO)	0,48/0,51	0,06/-0,06	0,09/0,05	0,21/0,19	0,09/0,11	-0,16/0,37	0,18/0,16
Ligne de dos (LID)		0,03/0,04	0,25/-0,01	0,10/0,08	0/0,10	0,12/0,01	-0,06/-0,07
Angle du bassin (AND)			0,11/0,08	0,15/0,30	0,16/0,22	0,11/-0,06	-0,28/-0,11
Ecartement jarrets (ECJ)				0,12/0,19	0,90/0,95	0,02/-0,01	0,04/-0,18
Ouverture du pied (OUP)					0,13/0,14	0,21/0,37	-0,01/-0,13
Pâturons (PAT)						0,08/0,08	-0,18/0,05
Quantité de lait (LAIT)							0,34/0,27

Les estimations de paramètres génétiques (tableau 1) ont montré que les postes liés au corps et aplombs pouvaient être divisés en trois catégories. La première correspond au tour de poitrine très héritable (0,48 et 0,51 respectivement en races Saanen et Alpine) et à corrélation génétique avec le lait légèrement positive et comprise entre 0,15 et 0,20. La deuxième catégorie inclut les postes peu héritables (h^2 comprise entre 0,03 et 0,11 selon le poste et la race) et à

corrélation génétique quasi nulle avec la production laitière : ligne de dos, angle du bassin et pâturons. La troisième catégorie concerne les membres avec les postes d'écartement entre les jarrets et ouverture des pieds, qui s'avèrent moyennement héritables (0,12 à 0,16 selon la race), redondants entre eux (corrélation génétique de 0,90 et 0,95 selon la race) et à corrélation génétiques nulle à légèrement négative (en race Alpine) avec la production laitière.

Tableau 2 : héritabilités (sur la diagonale) et corrélations génétiques (au-dessus de la diagonale) des caractères de morphologie mammaire et corrélation avec la production laitière en race Saanen (à gauche) et Alpine (à droite).

Caractères	AVP	PRM	PLA	FAP	QAA	LAIT
Avant-pis (AVP)	0,29/0,32	-0,17/-0,03	0,53/0,55	0,32/0,23	0,49/0,48	0/0,07
Profil mamelle (PRM)		0,25/0,37	0,09/0,14	-0,39/-0,54	0,19/0,19	-0,30/-0,23
Hauteur plancher (PLA)			0,35/0,31	0,22/0,10	0,74/0,71	-0,55/-0,43
Forme arrière-pis (FAP)				0,23/0,31	0,12/-0,02	0,03/0,16
Qualité attache-arrière (QAA)					0,29/0,27	-0,31/-0,17

L'héritabilité des postes de morphologie mammaire (tableau 2) varie entre 0,23 et 0,37, soit une gamme comparable à celle des caractères laitiers, illustrant la possibilité de sélection sur ces postes. Par ailleurs, il existe une opposition marquée (-0,23 à -0,55) entre certains de ces caractères de morphologie mammaire (le profil de la mamelle, la hauteur du plancher et la qualité de l'attache-arrière) et les caractères de production laitière, opposition d'ailleurs plus marquée en race Saanen qu'en race Alpine. Cette tendance à l'antagonisme génétique entre caractères de morphologie mammaire et production laitière est d'ailleurs une constante observée aussi en bovins et en ovins laitiers (Barillet *et al.*, 2006). Les évolutions génétiques au cours du

temps, calculées à partir des index des filles des boucs d'IA, indiquent une tendance à la dégradation : sur 10 ans, le profil a perdu en moyenne 0,07 points en Saanen et 0,04 point en Alpine et l'attache-arrière a perdu 0,05 point dans les deux races. C'est la dégradation de la hauteur du plancher qui est la plus forte avec une baisse d'index de 0,12 point dans les deux races. Les postes liés aux trayons présentent des héritabilités moyennes à fortes (tableau 3), avec des estimations comprises entre 0,18 (inclinaison du trayon) et 0,45 (poste mesuré de la longueur du trayon). Par ailleurs, ces postes de trayons ne sont quasiment pas corrélés avec les caractères laitiers, et sans évolutions génétiques observées dans les 10 dernières années.

Tableau 3 : hérédibilités (sur la diagonale) et corrélations génétiques (au-dessus de la diagonale) des caractères de morphologie des trayons et corrélation génétique avec la production laitière en race Saanen (à gauche) et Alpine (à droite).

Caractères	LTR	DTR	FTR	INT	IMT	ORT	LAIT
Longueur trayons (LTR)	0,42/0,45	0,88/0,88	-0,47/-0,50	-0,06/0,08	0,39/0,46	0,30/0,40	0,16/0,06
Diamètre trayons (DTR)		0,41/0,42	-0,79/-0,83	-0,01/0,04	0,39/0,45	0,31/0,35	0,14/0,04
Forme trayons (FTR)			0,30/0,31	-0,02/0,01	-0,34/-0,33	-0,17/-0,19	-0,04/-0,11
Inclinaison trayons (INT)				0,18/0,18	0,36/0,31	0,22/0,26	-0,27/-0,07
Implantation trayons (IMT)					0,28/0,37	0,90/0,92	-0,15/0,04
Orientation trayons (ORT)						0,29/0,32	-0,17/-0,24

3. APPLICATION

3.1. DETERMINATION DE L'INDEX DE SYNTHÈSE MORPHOLOGIQUE

Au vu des paramètres génétiques estimés et des évolutions génétiques pour les boucs d'IA dans les 10 dernières années, les caractères les plus pertinents à considérer dans un index de synthèse morphologique correspondent à des postes liés à la morphologie de la mamelle. Cependant, on pouvait se poser la question d'incorporer ou non des postes tels que l'avant-pis et la forme de l'arrière-pis, sachant qu'ils sont peu corrélés avec la production laitière et qu'aucune dégradation n'est observée pour ces derniers dans la dernière décennie. Des analyses en composantes principales ont montré que 3 ou 4 postes résumaient à eux seuls 70 % (3 postes) à 80 % (4 postes) de la variabilité totale de la morphologie de la mamelle et des trayons considérés simultanément. Il s'agit des postes suivants : profil de la mamelle, hauteur du plancher, qualité de l'attache-arrière et forme de l'arrière-pis, ce dernier poste étant moins discriminant que les trois premiers. La considération des corrélations génétiques entre ces quatre postes a permis de prendre une décision quant à la composition finale de l'index de synthèse morphologique. Ces quatre postes sont, soit indépendants entre eux (corrélations génétiques pratiquement nulles entre le profil et l'avant-pis ou entre la forme de l'arrière-pis et la qualité de l'attache-arrière en race Alpine), soit positivement corrélés entre eux (corrélations de 0,53 et 0,55 entre l'avant-pis et la hauteur du plancher en race Saanen et Alpine respectivement), soit en opposition génétique (seuls le profil et la forme de l'arrière-pis présentent une corrélation génétique significativement négative entre eux (-0,39 en Saanen, -0,54 en Alpine). Dans tous les cas, hormis la relation génétique nettement favorable entre hauteur du plancher et attache arrière (0,74 et 0,71 en races Saanen et Alpine respectivement), les relations génétiques entre les 4 postes de morphologie mammaire les plus informatifs, favorables ou défavorables, restent modérées entre elles : un index de synthèse incluant les 4 postes, y compris le profil, permettra donc d'obtenir un meilleur compromis pour la réponse génétique attendue sur l'ensemble des caractères morphologiques de la sphère mammaire, y compris les trayons. Finalement, ces quatre postes de morphologie mammaire ont été incorporés dans l'index de synthèse morphologique, ce choix ayant été arrêté en accord avec les éleveurs de Caprigène interrogés.

Le tour de poitrine, indicateur du format des chèvres est apparu comme très héréditaire, mais la réponse indirecte sous l'effet de la sélection laitière est déjà positive, avec une légère augmentation du format au fil du temps : l'index tour de poitrine a augmenté en 10 ans de 0,54 et 0,64 cm respectivement en races Alpine et Saanen, en accord avec la corrélation génétique légèrement favorable entre format et production laitière. Une sélection directe du tour de poitrine produirait des chèvres dont l'augmentation génétique du format serait plus que proportionnelle à l'augmentation du potentiel laitier, ce qui diminuerait donc l'efficacité

alimentaire en lactation. En conséquence, l'introduction du tour de poitrine dans l'index de synthèse morphologique n'a pas été considérée comme pertinente. De même, les autres postes liés au corps (ligne de dos, angle du bassin, pâturons), peu héréditaires et à corrélation génétique quasi nulle avec la production laitière n'ont pas été retenus. Enfin les postes de qualité des membres (écartement entre les jarrets et ouverture des pieds), moyennement héréditaires et à relations génétiques nulles à négatives avec la production laitière, n'ont pas été retenus à ce stade, mais ils seront de nouveau mis en balance dans le futur, après la refonte des pointages adoptée en 2006 et décrite en conclusion. Les simulations des réponses génétiques attendues pour différentes pondérations des quatre postes de morphologie mammaire inclus pour l'instant dans la synthèse ont permis de définir un index de synthèse morphologique pour chacune des deux races. Pour établir ces pondérations, il a aussi été tenu compte de la demande des éleveurs de Caprigène d'affecter un poids un peu plus important sur le profil pour la race Alpine. Les index de synthèse morphologique (IMC) sont les suivants :

En race Saanen :

IMC = profil + hauteur du plancher + qualité de l'attache-arrière + 0,5 forme de l'arrière-pis

En race Alpine :

IMC = 1,5 profil + hauteur du plancher + qualité de l'attache-arrière + forme de l'arrière-pis

Le profil ayant un poids un peu plus fort en race Alpine qu'en race Saanen, le poids sur la forme de l'arrière-pis est lui aussi plus élevé du fait de la corrélation génétique négative qui existe entre ces deux caractères. L'objectif visé est ainsi adapté à la réalité de chaque race : l'index IMC vise à stabiliser ou améliorer tous les postes de la sphère mammaire (y compris les trayons) pour les 2 races.

3.2. DETERMINATION DE L'INDEX GLOBAL

Les pondérations de l'Index Global ont été définies de telle façon que les différentielles de sélection pour les mères à boucs soient positives ou nulles pour tous les postes de morphologie (tableau 4). En race Saanen, compte tenu des oppositions plus marquées qui existent entre les caractères laitiers et la morphologie mammaire, un poids plus important a donc été accordé à l'IMC, avec pour conséquence un effort de sélection moins important sur la production laitière. Les index de synthèse globaux sont les suivants :

En race Saanen : IG = 0,56 ICC + 0,44 IMC

En race Alpine : IG = 0,67 ICC + 0,33 IMC

Ainsi, comparativement à la sélection des seuls caractères laitiers (ICC seul), la prise en compte de la morphologie mammaire (IMC) dans l'index global diminue de 16 % et 13 % la différentielle de sélection pour les mères à boucs sur la quantité de lait respectivement en races Saanen et Alpine; de 10 % et 6 % la différentielle de sélection sur la quantité de matière grasse ou de protéine respectivement en races Saanen et Alpine.

Tableau 4 : différentielles de sélection pour les mères à boucs sélectionnées sur ICC seul ou sur IG dans les deux races
LAIT : quantité de lait, **MG** : matière grasse, **MP** : matière protéique, **TB** : taux butyreux, **TP** : taux protéique, **AVP** : avant-pis, **PRM** : profil de la mamelle, **PLA** : hauteur du plancher, **FAP** : forme de l'arrière-pis, **AAR** : qualité de l'attache-arrière, **ORT** : orientation des trayons, **LTR** : longueur des trayons, **TPO** : tour de poitrine, **LID** : ligne de dos, **AND** : angle du bassin, **OUP** : ouverture du pied, **ECJ** : écartement entre les jarrets, **PAT** : pâturons, **DIT** : diamètre des trayons, **FTR** : forme des trayons, **INT** : inclinaison des trayons, **IMP** : implantation des trayons

RACE SAANEN

	LAIT	MG	MP	TB	TP	AVP	PRM	PLA	FAP	AAR	ORT
ICC	85	3,5	3,1	0,9	0,7	-0,10	-0,08	-0,12	-0,05	-0,19	-0,08
IG	71	3,1	2,8	1,0	0,8	0,03	0,07	0,07	0,01	0,09	0,01
	LTR	TPO	LID	AND	OUP	ECJ	PAT	DIT	FTR	INT	IMP
ICC	0,04	0,42	0	0	-0,06	0,03	0,01	0,02	-0,08	-0,03	-0,08
IG	0,07	0,51	0	0,01	-0,01	0,07	0,01	0,06	-0,12	0	-0,01

RACE ALPINE

	LAIT	MG	MP	TB	TP	AVP	PRM	PLA	FAP	AAR	ORT
ICC	81	3,6	3,1	1,1	0,7	-0,02	-0,13	-0,13	0	-0,09	-0,09
IG	71	3,4	2,9	1,3	0,7	0,11	0,11	0,04	0,01	0,14	0,02
	LTR	TPO	LID	AND	OUP	ECJ	PAT	DIT	FTR	INT	IMP
ICC	0	0,63	0	-0,01	0,03	0,03	0,01	0,03	-0,05	-0,02	-0,11
IG	0	0,57	0	0,01	0,05	0,06	0	0,01	-0,01	0,05	0,02

3.3. CONSEQUENCES AU NIVEAU DU SCHEMA DE SELECTION

L'IMC est diffusé aux éleveurs depuis le début 2006 pour les boucs d'IA testés sur un minimum de 30 filles et pour les femelles pointées en première ou deuxième lactation. L'index global est utilisé actuellement pour le choix des mères à boucs et des pères à boucs dans le cadre des accouplements programmés et il sera prochainement diffusé. A la suite de cette étude, des évolutions ont été apportées au niveau du protocole de pointage. Jusqu'à maintenant, la priorité allait aux chèvres nées de boucs d'IA qui étaient pointées en première lactation, un complément de chèvres issues de boucs de monte naturelle avec un bon index, susceptibles d'être utilisées en tant que mères à boucs, étant pointées en deuxième lactation. Les mères à boucs sont en effet pour 75 % des femelles issues d'IA et pour 25 % des femelles issues de monte naturelle. Dans le nouveau protocole de pointage défini en 2006, toutes les primipares seront pointées qu'elles soient issues de boucs d'IA (testage et diffusion) ou de boucs de monte naturelle. Cette montée en charge, qui a débuté depuis le début de l'année 2006, se poursuivra en 2007 et 2008, avec pour objectif à terme de pointer 90 % des mères à boucs potentielles en première lactation. Par ailleurs, l'utilisation de l'index global va imposer de revoir les règles de qualification des animaux qui reposent actuellement sur l'ICC.

Du point de vue de l'évaluation génétique des reproducteurs pour les caractères de morphologie, les programmes et le modèle d'indexation ont été adaptés pour permettre d'incorporer les deuxièmes lactations qui jusqu'à maintenant n'étaient pas valorisées.

CONCLUSION

Ce travail a permis de définir un index de synthèse morphologique (IMC) incluant quatre postes descriptifs de la morphologie mammaire, ainsi qu'un index synthétique global combinant l'ICC actuel et l'IMC. Ces index sont susceptibles d'évoluer au cours du temps, au fur et à mesure que des nouveaux résultats sur la morphologie seront disponibles suite aux évolutions de protocole et aux postes pointés décidés en 2006. Le pointage, bien qu'étant simplifié, sera maintenu pour certains postes de corps et aplombs non inclus actuellement dans l'IMC, afin de pouvoir mesurer dans l'avenir leurs relations génétiques éventuelles avec la longévité fonctionnelle des chèvres. Le pointage des trayons est lui aussi conservé de façon à pouvoir étudier s'il existe de relations génétiques avec la résistance génétique aux mammites (index prévus à partir des comptages de cellules somatiques du lait). Ainsi, si besoin, il sera possible de faire évoluer l'IMC en y incorporant ou non d'autres postes de morphologie.

Barillet F., Astruc J.M., Lagriffoul G., 2006. *Proc. 8th WCGALP*, CD-Rom, communication 02-01

Belichon S., Piacère A., Larzul C., Manfredi E., 1999. *Renc. Rech. Rumin.*, 6, 235-238

Manfredi E., Piacère A., Lahaye P., Ducrocq V., 2001. *Livest. Prod. Sci.*, 70, 183-189