

Amélioration génétique de la production laitière des brebis *Sardes*

II. — Facteurs de variation génétiques et non génétiques des performances de brebis ayant réalisé 2 lactations

J. C. FLAMANT (*) et S. CASU (**)

avec la collaboration technique de Suzanne CROCHEZ (*) et Renato CARTA (*)

(*) *Station d'Amélioration génétique des Animaux.
Centre de Recherches de Toulouse, I.N.R.A.,
31320 Auzeville, Castanet Tolosan.*

(**) *Istituto Zootechnico e Caseario per la Sardegna, Sassari.*

Résumé

Une étude des coefficients d'héritabilité et des corrélations entre caractères et entre lactations a été réalisée sur un ensemble de 626 brebis *Sardes* ayant réalisé deux lactations.

Les conditions d'élevage des brebis dans leur jeune âge ont des répercussions importantes sur le niveau de performances réalisées dans le même troupeau. L'introduction du facteur « troupeau d'origine » dans l'analyse de variance intra père conduit à une diminution importante de l'héritabilité des caractères laitiers considérés mais n'a pas d'incidence sur la valeur des coefficients de corrélation.

Introduction

Un travail préliminaire effectué sur la totalité du fichier de données des troupeaux expérimentaux de l'*Istituto Zootechnico e caseario per la Sardegna* enregistrées de 1962 à 1969 a permis l'estimation des paramètres génétiques de plusieurs caractères productifs des brebis laitières de race *Sarde* (CASU *et al.*, 1975) = performances laitières, teneurs du lait, caractéristiques de la courbe de lactation, poids à la tonte, poids de la toison.

Cependant l'interprétation de ces résultats n'est pas entièrement rigoureuse dans la mesure où des facteurs de variation non génétiques peuvent intervenir dans la variance entre pères au cours des premières lactations, notamment par suite des conditions d'élevage différentes auxquelles ont été soumises au cours de leur

jeune âge les femelles des différents lots de descendance en production durant une même campagne.

Il convient, par ailleurs, de préciser le sens de l'évolution de la variabilité génétique d'une lactation à une autre en raisonnant sur les performances réalisées par les mêmes brebis au cours de lactations successives.

La présente étude a donc pour but d'apprécier l'incidence réelle des conditions d'élevage sur le niveau respectif des estimées d'héritabilités et de corrélations génétiques obtenues en première et deuxième lactations et d'en tirer certaines conclusions pour les modalités de jugement des reproducteurs (index individuels femelles, index sur descendance mâles).

Matériel et méthodes

Au sein du fichier des troupeaux expérimentaux ovins de l'*Istituto Zootechnico e Caseario*, nous avons extrait un échantillon composé des brebis ayant eu 2 lactations entre 1963 et 1972 dans le troupeau de *Bonassai* ($n = 626$). Les conditions d'élevage de ce troupeau, conduit sur pâturage irrigué, ont été décrites de façon détaillée précédemment (CASU, CARTA et FLAMANT, 1975), ainsi que les principales variables contrôlées au cours de la lactation. Rappelons simplement que ce troupeau est constitué d'une part de brebis nées sur place (*Bonassai*), d'autre part d'animaux nés et élevés jusqu'à l'âge de 6 mois dans un troupeau satellite situé en zone montagnaise dans des conditions d'élevage plus difficiles (*Foresta di Burgos*).

On peut admettre, en première approximation, que la sélection massale exercée sur les brebis selon leur niveau de production intervient surtout après la 2^e lactation. En principe ne restent dans le troupeau de *Bonassai* que les meilleures productrices, tandis que les autres assurent le renouvellement du troupeau de *Foresta*.

Plusieurs analyses ont été réalisées à partir de cet ensemble de lactations.

1. — Effet du troupeau d'origine sur le niveau des performances enregistrées par lactation

Sur 513 brebis nées dans les troupeaux de *Bonassai* ($n = 312$) ou de *Foresta* ($n = 201$) et ayant eu leur première lactation à *Bonassai* entre 1964 et 1971 (répartition par année dans le tableau 1) : analyse de variance à 2 voies (année, troupeau de naissance avec interaction selon la méthode des moyennes non pondérées; ANDERSON et BANCROFT, 1962).

2. — Estimation des coefficients d'héritabilité par la méthode des corrélations entre demi-sœurs ($h^2 = 4r$)

a) Analyse 1

Sur la totalité des brebis disponibles ($n = 626$) et sans correction des données : analyse de variance hiérarchique entre pères intra année de production.

b) *Analyse 2*

Après élimination des lots de descendance dont l'effectif total sur l'ensemble des années est inférieur à 5 (effectif de calcul $n = 539$) et sur les données exprimées en déviation par rapport à la moyenne de la cellule « année X troupeau d'origine » : analyse de variance entre pères.

A partir des estimations de variances et covariances obtenues par ces 2 analyses nous avons en outre calculé les coefficients de corrélations phénotypiques (intra pères) et génétiques (entre pères) entre caractères mesurés au cours de la même lactation.

3. — *Estimation des coefficients de corrélation*

Estimation des coefficients de corrélation génétique (entre pères) et phénotypique (corrélations résiduelles intra pères) entre *lactations* à partir des éléments de la décomposition des variances et covariances entre demi-sœurs selon les mêmes modalités 1 et 2 que précédemment.

Résultats1. — *Effet du troupeau d'origine sur le niveau des performances enregistrées*

Le tableau 1 montre que les quantités moyennes de lait produites par les brebis nées dans le troupeau de *Foresta* sont presque toujours plus faibles que celles des brebis nées dans le troupeau de *Bonassai*. L'écart moyen entre les 2 groupes d'animaux, de l'ordre de 18 kg de lait en première lactation, se retrouve intégralement en deuxième lactation (19 kg). Ces différences sont cependant seulement significatives en première lactation, ainsi que les interactions année X troupeau, tandis que seul l'effet année reste significatif en deuxième lactation (tabl. 2).

La production au contrôle maximum et les quantités de matière sèche (matière grasse et matière azotée) subissent à peu près les mêmes effets que la quantité totale de lait, avec des différences moyennes entre troupeaux d'origine de 67 et 171 millilitres pour la production au contrôle maximum, et variant de 1 à 1,4 kg pour les quantités de matière sèche (tabl. 2). On remarque donc que le handicap des brebis nées à *Foresta* se situe aux alentours de 10 p. 100 de la production des brebis nées à *Bonassai*.

La durée de traite en première lactation est plus faible de 9 jours pour les brebis nées à *Foresta*, mais la différence s'inverse en deuxième lactation. L'effet troupeau n'est jamais significatif.

Les teneurs dépendent largement de l'année de production comme cela est observé pour toutes les autres variables (effet hautement significatif), mais elles sont moins influencées par le troupeau d'origine.

2. — *Estimation des coefficients d'héritabilité*

Le tableau 3 indique clairement que des valeurs systématiquement plus élevées sont obtenues dans l'analyse 1 (données brutes sans tenir compte de l'effet troupeau d'origine) que dans l'analyse 2 (données corrigées) pour toutes les varia-

TABLEAU I
Quantité moyenne de lait (kg) et poids moyen à la tonte (kg)
par lactation et par cellule « troupeau d'origine × année de production » (effectifs correspondants entre parenthèses)
Mean milk amount (kg) and mean shearing weight (kg) per lactation and per « origin flock × production year cell. »

Lactation variable	1 ^{re} lactation						2 ^e lactation					
	Quantité de lait			Poids à la tonte			Quantité de lait			Poids à la tonte		
	Bonassai	Foresta		Bonassai	Foresta		Bonassai	Foresta		Bonassai	Foresta	
1964 \bar{x} (n)	186 (48)	118 (11)		38,4 (45)	31,4 (11)							
1965 \bar{x} (n)	132 (11)	127 (9)		43,1 (11)	39,1 (9)		223 (48)	204 (11)		43,1 (45)	39,6 (11)	
1966 \bar{x} (n)	180 (40)	177 (43)		39,8 (40)	37,1 (42)		223 (11)	209 (9)		43,6 (10)	42,3 (8)	
1967 \bar{x} (n)	121 (34)	139 (81)		38,0 (35)	38,2 (84)		205 (40)	212 (43)		45,4 (40)	42,8 (41)	
1968 \bar{x} (n)	127 (31)	126 (4)					178 (34)	202 (81)		43,7 (3)	42,5 (15)	
1969 \bar{x} (n)	181 (56)	179 (39)		35,7 (53)	32,6 (58)		200 (31)	209 (4)		41,4 (30)	42,4 (15)	
1970 \bar{x} (n)	234 (26)	174 (5)		41,2 (30)	40,6 (5)		255 (56)	223 (39)		46,9 (57)	43,0 (39)	
1971 \bar{x} (n)	181 (66)	172 (9)		37,7 (66)	35,9 (28)		269 (26)	206 (5)		46,3 (30)	42,1 (67)	
1972 \bar{x} (n)							253 (66)	237 (9)		42,2 (67)	41,8 (28)	
9 années \bar{x} (n)	173 (312)	155 (201)		38,3 (280)	36,4 (217)		229 (312)	210 (201)		44,2 (282)	42,4 (152)	

TABLEAU 2

Performances ($\bar{x} \pm 2s$) des brebis selon leur numéro de lactation
 en fonction de leur troupeau d'origine — Résultats des tests de signification statistique sur les effets « année »,
 « troupeau », « interaction année \times troupeau »
 Performances of ewes according to their number of lactation, function of their origin flock — Results of significance tests on “ year ”
 “ flock ” and “ year \times flock ” effects

Variables	1 ^{re} lactation						2 ^e lactation					
	Troupeau d'origine			Effet			Troupeau d'origine			Effet		
	Bonassai (n = 312) $\bar{x} \pm 2s$	Foresta (n = 201) $\bar{x} \pm 2s$	Année	Troupeau	Année \times troupeau		Bonassai (n = 312) $\bar{x} \pm 2s$	Foresta (n = 201) $\bar{x} \pm 2s$	Année	Troupeau	Année \times troupeau	
1. Quantité de lait trait (kg)	173 \pm 6	155 \pm 6	**	**	**		229 \pm 7	210 \pm 7	**	NS	NS	NS
2. Durée de traite (j)	147 \pm 3	136 \pm 3	**	NS	NS		193 \pm 4	196 \pm 4	**	NS	**	**
3. Production au contrôle maximum (g)	1 554 \pm 44	1 487 \pm 50	**	NS	NS		1 736 \pm 51	1 565 \pm 54	**	*	NS	NS
4. Quantité de matière grasse (kg)	10,9 \pm 0,4	9,5 \pm 0,3	**	**	**		15,3 \pm 0,5	13,9 \pm 0,5	**	NS	NS	NS
5. Quantité de matière azotée (kg)	9,4 \pm 0,3	8,4 \pm 0,3	**	**	**		13,1 \pm 0,4	12,1 \pm 0,4	**	NS	NS	NS
6. Taux butyreux (%)	63,0 \pm 0,5	61,7 \pm 0,7	**	NS	NS		66,9 \pm 0,6	66,6 \pm 0,6	**	NS	NS	NS
7. Taux azoté (%)	54,4 \pm 0,3	54,2 \pm 0,3	**	NS	NS		57,6 \pm 0,4	58,0 \pm 0,5	**	NS	NS	NS
8. Taux azoté/taux butyreux (%)	86,6 \pm 0,7	88,3 \pm 0,8	**	NS	NS		86,2 \pm 0,6	87,2 \pm 0,2	**	NS	NS	NS
9. Poids à la tonte (kg)	38,3 \pm 1,3 (n = 286)	36,4 \pm 1,4 (n = 217)	**	**	**		44,2 \pm 1,6 (n = 282)	42,4 \pm 1,9 (n = 152)	NS	**	NS	NS

** : P < 0,01.
 * : 0,01 < P < 0,05.
 N.S. : P > 0,05.

TABLEAU 3

Values des coefficients d'héritabilité ($h^2 \pm 2s$) selon la méthode d'analyse utilisée

- analyse 1 : analyse de variance hiérarchique à 2 facteurs (entre pères intra année de production) sur les données brutes sans élimination des lots de descendance de faible effectif ($n = 626$);
 — analyse 2 : analyse de variance hiérarchique à un seul facteur (entre pères) sur les données corrigées pour l'année de production et le troupeau d'origine, et avec élimination des lots de descendance d'effectif inférieur à 5 ($n = 539$).

Values of h^2 according the method of analysis (year between fathers)

analysis 1. — hierarchic analysis of variance, with two factors on given data;

analysis 2. — hierarchic analysis of variance with one factor (between fathers) on corrected data.

Variable	Analyse 1		Analyse 2	
	1 ^{re} lactation	2 ^e lactation	1 ^{re} lactation	2 ^e lactation
Quantité de lait trait	0,66 ± 0,37	0,40 ± 0,29	0,25 ± 0,25	0,12 ± 0,17
Durée de traite	0,47 ± 0,31	0,15 ± 0,18	0,25 ± 0,25	0,07 ± 0,13
Production au contrôle maximum	0,73 ± 0,39	0,47 ± 0,31	0,36 ± 0,29	0,13 ± 0,18
Quantité de matière grasse	0,64 ± 0,36	0,33 ± 0,26	0,29 ± 0,26	0,14 ± 0,18
Quantité de matière azotée	0,70 ± 0,38	0,34 ± 0,26	0,28 ± 0,26	0,11 ± 0,16
Taux butyreux	0,74 ± 0,39	0,63 ± 0,36	0,48 ± 0,34	0,56 ± 0,36
Taux azoté	(*)	0,66 ± 0,37	0,80 ± 0,44	0,55 ± 0,36
Taux azoté/taux butyreux	0,40 ± 0,29	0,44 ± 0,30	0,11 ± 0,16	0,38 ± 0,30

(*) Valeur estimée supérieure à 100.

bles et les 2 lactations. La différence est particulièrement nette en deuxième lactation où les corrections réalisées conduisent généralement à des valeurs d'héritabilité non significativement différentes de 0,00 sauf pour les taux butyreux et azotés où des coefficients de valeur élevée continuent à être observés.

3. — Corrélations phénotypiques et génétiques entre caractères

Pour simplifier la présentation des résultats, le tableau 4 rapporte seulement les valeurs relatives aux caractères dont les relations entre eux sont les plus intéressantes à considérer. Contrairement à ce qui a été obtenu pour les coefficients d'héritabilité, on n'observe pas de différences notables entre les estimées résultant des 2 analyses. La dimension et le signe des coefficients sont en outre identiques quel que soit le numéro de lactation.

TABLEAU 4

Valeur des coefficients de corrélation phénotypique r_p (intra père) et génétique r_G (entre pères) entre caractères, selon la méthode d'analyse (voir tabl. 3)

Value of correlation coefficients between characters : phenotypic r_p (within father) and genetic r_G (between fathers) according to the method of analysis (cf. table 3)

	Analyse 1				Analyse 2			
	1 ^{re} lactation		2 ^e lactation		1 ^{re} lactation		2 ^e lactation	
	r_p	r_G	r_p	r_G	r_p	r_G	r_p	r_G
<i>Quantité de lait trait :</i>								
— durée de traite	0,48	0,31	0,42	0,02	0,50	0,04	0,42	0,34
— contrôle maximum	0,76	0,89	0,68	0,87	0,77	0,94	0,69	(*)
— quantité de matière grasse	0,95	0,97	0,95	0,95	0,96	0,94	0,95	0,85
— quantité de matière azotée	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,95	0,97	0,92
— taux butyreux	0,16	0,31	0,19	0,25	0,19	0,03	0,21	0,08
— taux azoté	0,07	0,10	0,15	0,17	0,10	0,13	0,15	0,04
— taux azoté/taux butyreux	0,12	0,35	0,07	0,12	0,13	0,18	0,09	0,18
<i>Durée de traite :</i>								
— contrôle maximum	0,02	0,14	0,13	0,41	0,01	0,41	0,13	0,44
<i>Quantité de matière grasse:</i>								
— quantité de matière azotée	0,97	0,99	0,97	0,96	0,97	0,99	0,97	0,91
— taux butyreux	0,11	0,04	0,11	0,09	0,07	0,32	0,07	0,61
<i>Quantité de matière azotée :</i>								
— taux azoté	0,11	0,15	0,06	0,08	0,08	0,22	0,05	0,38
<i>Taux butyreux :</i>								
— taux azoté	0,46	0,78	0,53	0,70	0,47	0,90	0,52	0,70
— taux azoté/taux butyreux	0,75	0,51	0,68	0,61	0,75	0,40	0,67	0,62

(*) Valeur estimée supérieure à 1,00.

4. — *Corrélations phénotypiques et génétiques entre première et deuxième lactations*

Les valeurs des corrélations génétiques (tabl. 5) sont toujours supérieures à celles des corrélations phénotypiques qui se situent presque toujours entre 0,40 et 0,50 sauf pour la durée de traite (0,19).

TABLEAU 5

Estimations des coefficients de corrélation phénotypique r_p (intra bélier) et génétique r_G (entre béliers) entre la première (L1) et la deuxième lactation (L2) selon la méthode d'analyse utilisée (voir tabl. 3)

Estimation of correlation coefficients : r_p phenotypic within sire and r_G genetic between sires between first and second lactation according to the method of analysis

Variables	Analyse 1		Analyse 2	
	r_p	r_G	r_p	r_G
Quantité de lait trait	0,41	0,64	0,42	0,48
Durée de traite	0,19	0,69	0,19	(*)
Production au contrôle maximum	0,43	0,81	0,45	(*)
Quantité de matière grasse	0,38	0,70	0,39	0,81
Quantité de matière azotée	0,40	0,69	0,41	0,65
Taux butyreux	0,52	0,76	0,50	0,72
Taux azoté	0,52	0,90	0,54	0,98
Taux azoté/taux butyreux	0,40	0,30	0,38	0,41
Production au contrôle maximum L1 × quantité de lait trait L2	0,37	0,78	0,39	0,57
Durée de traite L1 × quantité de lait trait L1	0,11	— 0,13	0,04	— 0,32

(*) Coefficient supérieur à 1,00.

Les résultats obtenus pour les corrélations phénotypiques ne sont pas modifiés par le mode d'analyse. En revanche l'expression des données en déviation par rapport à la moyenne troupeau-année et l'élimination des lots de descendance d'effectif insuffisant ont tendance à provoquer une hausse des coefficients de corrélation génétique vers l'unité.

Discussion

1. — *Introduction de facteurs de variation non génétiques dans la variance entre pères*

a) *Nature des différences de production entre troupeaux d'origine*

La différence importante de niveau entre les coefficients d'héritabilité obtenus respectivement avec et sans corrections selon le troupeau de naissance peut être interprétée de différentes manières.

On peut tout d'abord supposer l'existence d'une différence de niveau génétique logie du testage des béliers sur leur descendance. Le cas présent montre les limites

Foresta. Selon que l'on considère ou non le troupeau de naissance comme facteur de variation non génétique aurait alors pour résultat de minimiser ou de maximiser la variance entre pères. Les estimées obtenues dans ces conditions constitueraient donc les bornes inférieures et supérieures des coefficients d'héritabilité dans la population des troupeaux de l'Institut. Or, cette hypothèse peut être assez facilement rejetée. En effet, les béliers pères ont tous pour origine le même troupeau de *Bonassai* et n'ont pas fait l'objet d'une sélection particulière selon leur utilisation (*Bonassai* ou *Foresta*). De même le troupeau de femelles de *Foresta* a été constitué à partir de celui de *Bonassai*, en exerçant il est vrai une certaine pression de sélection qui a pu placer les brebis de moindre valeur dans le troupeau de *Foresta*. L'écart de production observé au niveau des filles (18 kg en première lactation) est tel cependant qu'il paraît impossible d'en attribuer l'origine à la seule sélection massale exercée sur les brebis en production à *Bonassai*.

Il est plus plausible d'admettre que les différences de production entre les 2 catégories d'animaux ont pour origine la différence des conditions d'élevage au cours des premiers mois après la naissance. Au cours de l'allaitement et des 6 premiers mois de vie, les conditions d'alimentation réalisées à *Foresta* en milieu montagnard ne permettraient pas ultérieurement une aussi bonne extérioration des potentialités laitières que pour les agnelles nées et élevées à *Bonassai*. Cette hypothèse serait confirmée par le fait que le format moyen à la tonte des brebis nées à *Foresta* est inférieur de 2 kg environ à 1 an et à 2 ans à celui des brebis nées à *Bonassai* (tabl. 1). Cet écart est cependant faible et nous ne disposons malheureusement pas des poids des agnelles à 6 mois ou au moment de la lutte ou de l'agnelage, données dont la signification serait meilleure pour illustrer notre hypothèse. L'élaboration d'un schéma expérimental spécifique à l'étude de ce problème nécessiterait un meilleur équilibrage des effectifs concernés, des observations simultanées sur les poids aux différents âges et sur les productions, la mesure de paramètres caractérisant le milieu (climat, caractéristiques du pâturage, alimentation complémentaire)... conditions qui ne sont pas réunies dans le présent échantillon. Ce résultat est cependant cohérent avec les conclusions du bilan bibliographique réalisé par MCDANIEL et LEGATES (1965) sur la production laitière des vaches. Il apparaît, en effet, qu'un niveau alimentaire insuffisant au cours de la phase de croissance peut avoir des répercussions défavorables sur les performances laitières ultérieures. La relation positive entre le format et le niveau de production peut exprimer en partie ce fait. Il faut en conclure également que des conditions d'élevage défavorables peuvent limiter l'expression du potentiel génétique même si l'alimentation se situe ultérieurement à un niveau optimum en cours de lactation. Une meilleure réponse de la production à une ration enrichie pourrait donc être obtenue avec des animaux ayant eu un régime optimum en phase de croissance.

Il résulte de ces observations que l'intervention des conditions de milieu favorables agissent sur la production laitière à 2 niveaux : directement par l'alimentation en cours de lactation, indirectement par le meilleur développement des animaux. Une telle convergence peut expliquer les meilleures performances et le plus grand format des brebis dans les troupeaux de la région de *Barumini*, qui diffusent des reproducteurs dans l'ensemble de la Sardaigne (LAUVERGNE *et al.*, 1973).

b) Conséquences pour la méthodologie du testage

Ces résultats méritent également d'être médités sous l'angle de la méthodo-

d'une station de testage rassemblant les filles de béliers produites en monte naturelle dans plusieurs troupeaux dont le niveau génétique et les conditions d'élevage des jeunes peuvent différer largement. Il est en effet difficile dans un tel cas d'éliminer les facteurs de variation entre père dus aux troupeaux d'origine alors qu'apparemment des enregistrements plus précis et plus nombreux que dans les élevages individuels et une alimentation standardisée, auraient pu faire espérer une meilleure efficacité du jugement de la valeur génétique des pères. Un sevrage très précoce des filles et leur élevage dans la station sont certainement susceptibles de limiter l'incidence éventuelle d'une hétérogénéité des conditions d'élevage des jeunes. On se rapprocherait alors de la situation réalisée en France pour les caprins (BOUILLON et RICORDEAU, 1975). Le faible nombre de reproducteurs qu'une station permet de juger peut cependant faire préférer la solution du testage en ferme dont MOCQUOT *et al.* (1970) ont montré l'efficacité pour les ovins laitiers même en l'absence d'insémination artificielle.

c) *Estimation des paramètres génétiques*

En ce qui concerne le niveau obtenu pour les coefficients d'héritabilité, il est logique de préférer les résultats obtenus ici plutôt que les valeurs plus élevées observées précédemment dans une analyse plus extensive du fichier (CASU *et al.*, 1975). Le 2^e mode d'analyse adopté dans ce travail permet en effet, non seulement l'élimination des différences systématiques de milieu entre troupeaux d'origine, mais également celle de la composante d'interaction entre pères dans l'analyse 1.

Il semble donc qu'en définitive et malgré les résultats parfois contradictoires obtenus par les différents auteurs, il faille conclure chez les brebis laitières comme chez les vaches à une variabilité génétique plus faible en deuxième lactation par rapport à la première, notamment lorsque celle-ci fait suite à un agnelage à l'âge d'un an environ. Dans ce cas on peut interpréter le résultat par la répercussion de la première lactation réalisée en phase de croissance sur la lactation suivante, particulièrement lorsque les conditions d'élevage ont été difficiles au cours des premiers mois de vie. Ces remarques ne s'appliquent pas cependant aux taux, dont les héritabilités restent élevées quelles que soient la lactation et la méthode d'analyse, résultats qui confirment d'ailleurs la faible dépendance de ces caractères pour les facteurs de milieu.

Il est remarquable également de constater que le fait de tenir compte ou non du troupeau d'origine n'a pas de répercussion sensible sur les valeurs des coefficients de corrélation phénotypiques entre caractères, vraisemblablement parce que ce facteur « parasite » affecte les variances et les covariances de la même façon. Les corrélations obtenues sont semblables à celles calculées précédemment par CASU *et al.* (1975) sur un plus grand échantillon de premières lactations. On constate également que la liaison génétique entre la quantité de lait totale et la production au contrôle maximum est du même ordre de grandeur en deuxième qu'en première lactation et se situe aux alentours de + 0,90.

2. — *Corrélations entre lactations*

Les coefficients de corrélation phénotypique entre lactations de brebis laitières sont généralement situés entre 0,40 et 0,60 pour la quantité de lait (tabl. 6). Les valeurs les plus faibles sont observées lorsque ces estimées résultent d'une ana-

lyse de variance intra brebis prenant en compte les effets de l'année de production, ce qui contribue à diminuer la variance entre brebis selon la remarque de MASON et DASSAT (1954). Nos résultats sont précisément conformes à cette dernière situation et sont donc généralement inférieurs à ceux qui sont habituellement rapportés dans cette espèce. DASSAT et SARTORE (1962) observent également sur race *Sarde*

TABLEAU 6

Corrélations phénotypiques entre lactations successives chez les brebis
Phenotypic correlations between successive lactation in ewes

Auteurs	Critère	Lactations	Race	Effectif b : brebis p : lactation dl : degré de liberté	Corrélations
BETTINI (1952)	Production laitière brebis traites	Première et deuxième	<i>Sarde</i>	151 b	0,46
DASSAT et MASON (1954)	id.	id.	<i>Sopravissana</i>	214 b	0,68
MASON et DASSAT (1954)	id.	Lactations successives (1 ^{re} à 7 ^e)	<i>Langhe</i>	442 p	(1) 0,69 et 0,43 (2)
FINCI (1957)	id.	1 ^{re} et 2 ^e	<i>Awassi</i>	195 b	0,56
OWEN (1957)	Production laitière brebis allaitantes	Lactations successives		278 p	0,42
MASON et DASSAT (1958)	Production laitière brebis traites	2 ans et 3 ans	<i>Sopravissana</i>	322 dl	0,63
DASSAT et SARTORE (1962)	Taux butyreux Taux azoté Extrait sec dégraissé	1 ^{re} et 2 ^e	<i>Sarde</i>	35 b	0,63
		id.	id.	35 b	0,61
		id.	id.	35 b	0,80
SOLLER <i>et al.</i> (1966)	Production laitière brebis traites	id.	<i>Awassi</i>	1 189 b	0,40 (2)
CALCEDO ORDONEZ (1968)	Production laitière brebis traites	3 ans et 4 ans	<i>Churra</i>	62 b	0,55
		id.	id.	147 b	0,65
IZQUIERDO PRIMO <i>et al.</i> (1968)	Production au contrôle maximum	Lactations successives (1 ^{re} à 3 ^e)	<i>Préalpes et croisements Frisons</i>	544 p	0,32 à 0,52 (2)

(1) Moyenne de corrélations entre couples de lactations successives.

(2) Performances corrigées.

des valeurs de répétabilité plus élevées pour des teneurs du lait que pour les productions, ce qui confirment nos observations. De façon générale on peut donc noter ici la bonne homogénéité des résultats obtenus par les auteurs travaillant sur brebis laitières.

Nos valeurs sont assez semblables à celles obtenues par les auteurs travaillant sur vaches avec des effectifs souvent beaucoup plus importants et après corrections pour l'âge et l'année de production ($r = 0,40$ entre les 3 premières lactations de vaches *Frissonnes*, BARKER et ROBERTSON, 1966; $r = 0,49$ à $0,56$ sur 128.509 lactations *Holstein*, BUTCHER et FREEMAN, 1968; $r = 0,52$ sur 8 724 vaches *Fleckvieh*, ALPS et AVERDUNK, 1972) alors que l'on observe généralement des héritabilités plus élevées sur brebis laitières que sur vaches.

Les résultats concernant les corrélations génétiques entre lactations sont plus rares chez les vaches et inexistantes chez les brebis laitières. Ils sont d'ailleurs discutables dans la mesure où ils sont obtenus sur des échantillons sélectionnés à l'issue d'une première lactation (BAR ANAN, 1975). Dans le cas présent nous avons admis l'absence d'une sélection efficace à l'issue d'une première lactation. Il est intéressant d'observer que les coefficients d'héritabilité obtenus sur notre échantillon de premières lactations (correspondant aux brebis ayant eu 2 lactations) sont généralement supérieures à ceux que nous avons obtenus précédemment (CASU *et al.*, 1975) avec une analyse semblable (entre pères intra année) sur la totalité des premières lactations. Il s'agit, il est vrai, de lactations réalisées durant une période légèrement différente = 1963 à 1972 dans le cas présent, 1962 à 1969 dans le cas précédent.

Les valeurs de corrélations génétiques disponibles dans la littérature entre les performances en 1^{re} et 2^e lactations sont cependant toutes très élevées et de l'ordre de 0,85 (BARKER et ROBERTSON, 1966, 0,75 — 0,86; HARGROVE *et al.*, 1969, 0,85; ALPS et AVERDUNK, 1972, 0,80; BAR ANAN, 1975, 0,84). Pour le taux butyreux des valeurs proches de 1,00 sont généralement estimées (ALPS et AVERDUNK, 1972; BAR ANAN, 1975). La dispersion plus grande de nos estimées pour les quantités lait (0,48 à 1,00) comme pour les teneurs (0,72 à 0,98) s'explique vraisemblablement par la dimension beaucoup moins importante de notre échantillon que dans les travaux sur vaches laitières. Les valeurs obtenues pour les taux sont cependant en moyenne plus élevées que pour les quantités et comme BARKER et ROBERTSON (1966) nous obtenons des corrélations génétiques nettement plus élevées que les corrélations phénotypiques pour la durée de lactation.

Le problème fondamental posé par ces résultats est celui de la représentativité des résultats de la première lactation pour une estimation de la valeur génétique individuelle des femelles et sur descendance des mâles. Bien que NORMAN et VAN VLECK (1972) concluent à une bonne liaison entre la production en première lactation et la production « vitale » des vaches ($r_G = 1,14$), BARKER et ROBERTSON (1966) observent une variabilité génétique pour l'accroissement de production de la 1^{re} à la 2^e lactation ($h^2 = 0,12 \pm 0,03$). Ces auteurs observent également que la corrélation génétique est plus élevée entre 2^e et 3^e lactation qu'entre 1^{re} et 2^e. BAR ANAN (1975) conclue par ailleurs qu'il existe une large variation de la réponse en 2^e lactation par rapport à une sélection en 1^{re} lactation.

Les valeurs que nous avons obtenues permettent vraisemblablement des conclusions semblables quant à l'estimée de la valeur génétique des reproducteurs. La prise en compte des performances au cours des lactations successives permet d'accroître la précision des index individuels femelles et réaliser par conséquent un meilleur choix des jeunes mâles sur ascendance. Cet intérêt est cependant moins grand pour le jugement sur descendance dans la mesure où il oblige à attendre une

année supplémentaire (accroissement de l'intervalle entre générations) et où la sélection sur les performances individuelles des femelles est notable.

Nos résultats permettent cependant de donner un autre éclairage à ce problème des liaisons génétiques entre lactations. On observe en effet (tabl. 5) que la liaison génétique entre la production au contrôle maximum de la 1^{re} lactation avec la production totale en 2^e lactation est supérieure (0,78 et 0,57) à la liaison entre les productions totales des 2 lactations (0,64 et 0,48). Comme, par ailleurs, l'héritabilité de la production au contrôle maximum est généralement supérieur à celle de la production totale (tabl. 3), il en résulte que la production au contrôle maximum en 1^{re} lactation peut être un meilleur prédicteur de la 2^e lactation que la quantité totale de lait de la 1^{re} lactation. Dans des précédentes publications sur la race LACAUNE, BOYAZOGLU *et al.* (1965), MOCQUOT *et al.* (1970) et ROMER *et al.* (1971) ont déjà discuté de la signification et de l'intérêt de la production au contrôle maximum comme critère précoce de sélection. L'héritabilité plus élevée du contrôle maximum pourrait être due à l'incidence de facteurs non génétiques en début de 1^{re} lactation. Le présent résultat indiquerait que le niveau de production en début de première lactation, parce que moins dépendant des conditions de milieu que la lactation totale permettrait une meilleure estimation de la production au cours des lactations ultérieures. Dans le cas des brebis Sardes, où la manifestation de ce contrôle maximum est très largement dépendante des conditions climatiques (CASU *et al.*, 1975) nous avons vu qu'une lactation partielle serait plus intéressante à considérer. Cet ensemble de résultats met l'accent sur l'intérêt d'une étude spécialement consacrée aux critères de sélection précoce, analogue à celles qui ont été réalisées par ailleurs sur les productions laitières Bovines (AURAN et MOCQUOT, 1974; MOCQUOT et AURAN, 1975).

Conclusion

Cette étude remet en cause certains résultats précédemment obtenus sur la valeur des coefficients d'héritabilité de la production laitière des brebis Sardes selon le numéro de lactation. En tenant compte du troupeau de naissance on observe en effet, la chute des coefficients d'héritabilité en deuxième lactation par rapport à la première, résultat classique chez les vaches laitières, mais plus discuté chez les brebis laitières. Cependant, il serait nécessaire d'étudier plus précisément les relations entre le régime alimentaire de la jeune femelle et sa productivité ultérieure.

En ce qui concerne les modalités de testage des reproducteurs on peut retenir les conclusions suivantes :

1. Les brebis laitières n'échappent pas aux inconvénients des stations de testage sur descendance lorsque les conditions d'élevage ne sont pas totalement homogènes entre lots de filles.

2. Les valeurs calculées pour les corrélations entre lactations sont très élevées et semblables en cela à celles obtenues généralement chez les Bovins. Un gain de précision dans l'estimation de la valeur individuelle des brebis semble cependant possible en tenant compte des performances réalisées au-delà de la première lactation.

3. Le niveau de production laitière au début de la première lactation (contrôle

maximum), dont l'intérêt a déjà été discuté comme prédicteur précoce de la lactation totale dans des publications précédentes, se révèle être ici le meilleur prédicteur de la production en deuxième lactation.

Reçu pour publication en mai 1976.

Remerciements

Nous voulons remercier ici MM. BOYAZOGLU et MOCQUOT qui ont accepté de relire ce texte et exprimé d'utiles recommandations.

Summary

Genetic improvement of milky yield in Sardinian ewes II. — Genetic and non genetic factors of variation of performances of ewes having done 2 lactations

This work is a study of the heritability coefficients and correlations between characters inside the same lactation or between different lactations. The total material is composed with 626 Sardinian milking ewes which realized two lactations.

At first we observe that the level of the performances during both lactations in the same experimental flock (Bonassai) depends from the flock where ewes are bred till 6 months (Bonassai with irrigated pasture conditions, Foresta di Burgos in mountainous areas) — table 1. For total milk production after weaning the mean differences between the two groups for the two lactations are respectively 18 and 19 kg (approximately 10 % of the production level). The analysis cannot attribute this difference to genetical origin, but probably to large environmental differences during young age which can influence all the vital production and ewe weight at the same time — table 2. Consequences of this fact on the organisation of the selection in Sardinian conditions are discussed.

The estimates of genetic parameters are obtained with two types of analysis which differ essentially by the fact they consider (Analysis 2) or do not (Analysis 1) as factor the lambing flock (Bonassai or Foresta di Burgos) — We observe higher heritability coefficients with analysis 1 comparable with precedent results obtained in a preliminary extensive analysis (CASU *et al.*, 1976) — With the analysis 2 we can eliminate from sire components lambing flock and interaction « lambing flock × year » effects = so we obtain more correct estimations of the genetic variability — (table 3).

In opposite, no differences appear for correlations between the two analysis — (table 4-5). Genetic correlations between lactations are high and compatible with those obtained for cows — It is interesting to put in point that the production at maximum record in first lactation appears to be a better predictor for the total second lactation production than the total first lactation production (table 5).

Références bibliographiques

- ALPS J., AVERDUNK G., 1972. (Effect of use of data from 2 or more lactations on estimate of breeding value of cows). Die Züchterische Bewertung mehrerer Laktationen. *Tierzüchter*, **24**, (4), 88-89.
- AURAN T., MOCQUOT J. C., 1974. Étude sur la production laitière des Bovins II. Intérêt des lactations partielles pour la sélection. a) Étude critique de différentes méthodes d'estimation des productions totales à partir des résultats de lactation partielle. *Ann. Génét. Sélect. anim.*, **6**, 429-444.
- BAR-ANAN R., 1975. Relations between first and second lactation characters of progeny groups and effects of tandem selection on yield management. *Anim. Prod.*, **21**, 121-125.
- BARKER J. S. F., ROBERTSON A., 1966. Genetic and phenotypic parameters for the first three lactations in Friesian cows. *Anim. Prod.*, **8**, 221-240.

- BETTINI T. M., 1952. Su alcune cause di variazione della lunghezza latteca nella pecora Sarda. *Riv. Zoot.*, **25** (5), 3-10.
- BOUILLON J., RICORDEAU G., 1975. Paramètres génétiques des performances de croissance et de production laitière chez les caprins en Station de testage. Estimation des réponses directes et indirectes à la sélection. 1^{res} Journées de la Recherche Ovine et Caprine S.P.E.O.C., I, 124-132.
- BUTCHER D. F., FREEMAN A. E., 1968. Heritabilities and repeatabilities of milk and milk fat production by lactations. *J. Dairy Sci.*, **51**, 1387-1391.
- CALCEDO ORDONEZ V., 1968. Repetibilidad del caracter produccion lechera en los ovinos espanoles. *Boln. Pecuario.*, **36**, (1), 257-266.
- CASU S., CARTA R., FLAMANT J. C., 1975. Amélioration génétique de la production laitière des brebis Sardes. I. Héritabilités et corrélations entre caractères. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7**, 73-90.
- DASSAT P., MASON I. L., 1954. Heritability of milk yield in sheep. Atti. 9^e Congr. Intern., *Genetica Caryologia*, **6** (suppl.), 750-753.
- DASSAT P., SARTORE G., 1962. Ricerche sugli aspetti genetici dei principali costituenti del latte di pecora. *Atti.A.G.I.*, **7**, 136-137.
- FINCI M., 1957. The improvement of the Awassi breed of sheep in Israël. *Bull. Res. Council. Israel.* **6B**, 106 pp.
- HARGROVE G. L., SALAZAR J. J., LEGATES J. E., 1969. Relationships among first-lactation and lifetime measurements in a dairy population. *J. Dairy Sci.*, **52**, 651-656.
- IZQUIERDO PRIMO J. A., FLAMANT J. C., RICORDEAU G., 1969. Étude préliminaire de la phase ascendante de la courbe de lactation des brebis traites. *Ann. Zootech.*, **18**, 169-184.
- LAUVERGNE J. J., BOYAZOGLU J. G., CARTA R., CASU S., 1973. Caractéristiques démographiques de la race ovine Sarde. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **5**, 53-72.
- MASON I. L., DASSAT P., 1954. Milk, meat and wool production in the Langhe sheep of Italy. *Z. Tierz. Zücht. Biol.*, **62**, 197-234.
- MASON I. L., DASSAT P., 1958. The genetics of milk, wool and meat production in the Sopravissana sheep of Italy. *Z. Tierz. ZüchtBiol.*, **71**, 315-327.
- MCDANIEL B. T., LEGATES J. E., 1965. Associations between body weight predicted from heart girth and production. *J. Dairy Sci.*, **48**, 947-956.
- MOCQUOT J. C., AURAN T., 1975. Étude sur la production laitière des Bovins II. Intérêt de lactations partielles pour la sélection. b) Relations entre productions partielles, au dernier contrôle, ou totales. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7**, 59-71.
- MOCQUOT J. C., FLAMANT J. C., POUTOUS M., 1970. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. 6. Relations entre les index laitiers sur ascendance et sur descendance des reproducteurs mâles de race *Lacaune*. *Ann. Génét., Sél. anim.*, **2**, 53-63.
- NORMAN H. D., VAN VLECK L. D., 1972. Type appraisal: III. Relationships of first lactation production and type traits with lifetime performance. *J. Dairy Sci.*, **55**, 1726-1734.
- OWEN J. B., 1957. A study of the lactation and growth of hill sheep in their native environment and under lowland conditions. *J. Agric. Sci.*, **48**, 387-412.
- ROMER J., COLLEAU J. J., FLAMANT J. C., 1971. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. VIII. Variations des paramètres génétiques avec le niveau de production du troupeau. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 331-355.
- SOLLER M., VISOKI M., ZAMIRI H., SHARAV E., 1966. Heritability and repeatability of some selection criteria for milk production in Awassi (fat-tail) sheep. *Israël J. agric. Res.*, **16**, 29-35.
-