

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DE LA PRODUCTION LAITIÈRE DES BREBIS SARDES

I. — HÉRITABILITÉS ET CORRÉLATIONS ENTRE CARACTÈRES

S. CASU, R. CARTA et J. C. FLAMANT*

avec la collaboration technique de Michèle BRIEND**, G. RUDA et P. CARTA

*Istituto Zootechnico e Caseario per la Sardegna,
Sassari*

* *Laboratoire de Génétique des Petits Ruminants,
Centre de Recherches de Toulouse, I. N. R. A.,
31320 Castanet-Tolosan*

** *Station de Génétique quantitative et appliquée,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

Les estimées des paramètres génétiques (héritabilités et corrélations génétiques) des performances des brebis de race *Sarde* (production laitière, durée de traite, composants du lait, poids de la toison et poids vif) sont calculées sur les données des troupeaux expérimentaux de l'*Istituto Zootechnico e Caseario per la Sardegna*. On enregistre une élévation de la variabilité génétique des performances laitières en deuxième lactation. La considération d'une lactation standard calculée sur les premiers mois de traite paraît intéressante à considérer comme critère précoce de sélection.

INTRODUCTION

La race de brebis *Sarde* est une des plus importantes de toute l'Europe occidentale puisque sa population totale en Sardaigne et en Italie péninsulaire dépasserait 2 500 000 têtes. Malgré une conduite des troupeaux encore largement traditionnelle dans des milieux d'élevage aux conditions très diverses (plaines côtières ou massifs montagneux), la traite de ces brebis est très bien valorisée commercialement par la production de fromages réputés (*Fiore Sardo* et *Pecorino Romano*).

Les premiers contrôles individuels de la production laitière des brebis *Sardes* datent de 1926 (PASSINO, 1931), époque de la création du Flock-book de la race (1927). Par ailleurs, un troupeau pépinière ayant pour objectif la fourniture de reproducteurs de qualité aux éleveurs, et la réalisation d'observations systématiques d'ordre zootechnique et génétique, est créé dans la province de Cagliari en 1929 (Troupeau de l'*Ovile Sardo*).

BETTINI (1952) estime le coefficient d'héritabilité de la production laitière des brebis *Sardes* à partir des données du contrôle laitier, mais sur un nombre relativement réduit d'observations. BONELLI (1969 *a* et *b*) publie un travail plus important sur les données du troupeau de l'*Ovile Sardo* en ajoutant aux critères de production habituels, la teneur en matière grasse du lait.

Cependant, et malgré un accroissement constant de l'effectif total de brebis contrôlées dans les 3 provinces de l'île, ces diverses entreprises ne sont pas suffisantes pour aboutir à l'organisation d'un programme collectif et raisonné de sélection de la race *Sarde*.

Depuis 1962, l'*Istituto Zootechnico e Caseario* a réalisé dans ses troupeaux expérimentaux le jugement annuel de 15 à 20 béliers sur leur descendance. L'ensemble des observations effectuées dans ce cadre depuis une dizaine d'années constitue un matériel important pour l'analyse des paramètres génétiques des caractères de production des brebis *Sardes*, et l'élaboration d'un schéma de sélection réalisable dans l'ensemble des troupeaux de Sardaigne soumis au contrôle laitier (36 000 têtes en 1972).

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Les données considérées dans cette étude concernent 3 523 lactations (dont 1 119 premières lactations) effectuées durant une période de 8 ans (1962 à 1969) dans les domaines expérimentaux de *Bonassai* et de *Foresta di Burgos*.

Conditions d'élevage et conduite des troupeaux

Le domaine de *Bonassai* est situé dans la plaine côtière nord-ouest de la Sardaigne, à proximité de *Sassari*. Celui de *Foresta di Burgos* est localisé dans la zone montagneuse du Centre Nord de l'île, à une altitude de 600 à 1 000 mètres.

Dans les 2 domaines, le troupeau ovin est conduit en plein air permanent durant toute l'année, sur des prairies artificielles partiellement irriguées à *Bonassai* (vesce-avoine, trèfle d'Alexandrie-ray grass, luzerne et sorgho sur pied), de façon plus extensive sur des parcours naturels à *Foresta di Burgos*. En hiver, cependant, le troupeau de *Bonassai* passe la nuit sous abri et reçoit une complémentation journalière de 500 g d'aliment concentré par brebis, et le troupeau de *Foresta di Burgos* rentre le soir en bergerie où on lui distribue, notamment en cas d'intempéries, une ration de foin et d'aliment concentré.

La lutte des brebis adultes se déroule dès le début du mois de juin jusqu'au début du mois d'août dans le troupeau de *Bonassai*. Elle commence un mois plus tard dans le troupeau de *Foresta*. Les agnelles nées à *Foresta* sont mises à la lutte à partir du 15 septembre à *Bonassai* avec les agnelles nées dans ce dernier troupeau : l'âge moyen de ces deux groupes d'animaux est donc différent du fait de la lutte plus tardive des brebis adultes à *Foresta*. Le renouvellement du troupeau de *Foresta* est assuré par des brebis de 2 ans et plus provenant du troupeau de *Bonassai* : une certaine sélection est effectuée à cet âge, les meilleures brebis restant généralement dans le troupeau de *Bonassai*. Dans tous les cas, la lutte a lieu par lot de 60 à 100 brebis, chaque lot étant affecté à un bélier différent. Un même bélier n'est pas utilisé la même année à *Bonassai* et à *Foresta* malgré le décalage entre les périodes de lutte des deux troupeaux.

La tonte est effectuée chaque année dans les deux troupeaux au mois de juin sur les brebis âgées d'au moins un an.

Agnelages. Allaitement des agneaux

Les agnelages se déroulent à partir de la fin du mois d'octobre pour les brebis adultes à *Bonassai* et du mois de novembre à *Foresta*. Dans les deux élevages, la période d'allaitement des agneaux dure de 30 à 45 jours, permettant aux agneaux d'atteindre le poids de 10 à 11 kg, stade auquel intervient le sevrage ou la vente (agneaux de lait).

Les agneaux nés d'antennaises (brebis âgées de un an, mises à la lutte comme agnelles) sont tous vendus après 20 à 30 jours d'allaitement seulement.

Traite des brebis

La traite des brebis débute après séparation des agneaux de leur mère (sevrage ou vente). Aucune traite n'est réalisée durant la période d'allaitement. Jusqu'à la fin du mois de juin il est effectué deux traites par jour, puis une seule traite par jour jusqu'au 15 août :

- traite manuelle jusqu'en 1964 à *Bonassai* et en 1966 à *Foresta* ;
- traite mécanique avec repasse à partir de 1965 à *Bonassai* et 1967 à *Foresta*, à l'aide d'un dispositif du type « arête de poisson » adapté aux brebis *Sardes* (CASU, 1967) ;
- traite mécanique sans repasse à partir de 1968 dans les deux troupeaux.

Contrôles réalisés

— Contrôle laitier mensuel et pondéral des traites journalières pour les brebis adultes, tous les 14 jours pour les brebis en première lactation.

— Détermination des teneurs en matière grasse par la méthode Gerber et en matière azotée par la méthode Steineger (avant 1964) ou par la méthode colorimétrique « à l'orange G » (après 1964), sur des échantillons prélevés à chacune des traites contrôlées.

- Pesées des brebis à la tonte et de leur toison.

Variables analysées

1. Quantité de lait trait (en kilos), estimée par la méthode dite « du jour central » à partir des contrôles laitiers réalisés durant toute la période de traite.
2. Durée de traite (en jours).
3. Production moyenne journalière (en grammes).
4. Production au contrôle maximum (en grammes).
5. Écart entre la date d'agnelage et la date du contrôle maximum (en jours).
6. Quantité de matière grasse (en hectogrammes).
7. Quantité de matière azotée (en hectogrammes).
8. Taux butyreux (en p. 100).
9. Taux azoté (en p. 100).
10. Rapport taux azoté/taux butyreux (pourcentage).
11. Poids de la toison (en grammes).
12. Poids de la brebis à la tonte (en kilos).

Nous avons en outre utilisé des variables de production « standard » (lait ou composants du lait) calculées sur 120 jours de traite pour les brebis en première lactation, et 180 jours pour les brebis adultes.

Analyse statistique

Les calculs portent sur toutes les données provenant de brebis de père connu (quel que soit le nombre de filles considérées pour chaque père) et ayant eu leur première lactation à un an. L'âge de la brebis et son numéro de lactation coïncident donc parfaitement dans l'échantillon considéré ici.

Pour chaque lactation et à l'intérieur de chaque troupeau (*Bonassai* et *Foresta*) nous avons estimé les composantes intra-pères et entre pères intra-années des variances et covariances des 18 variables considérées, à partir d'un schéma d'analyse hiérarchique.

Les coefficients d'héritabilité (h^2) et les corrélations phénotypiques (r_p) et génétiques (r_g) ont été calculées selon les formules suivantes :

$$h^2 = \frac{4\gamma B}{\gamma B + \gamma E} \quad (1)$$

γB = composante entre béliers de la variance,

γE = composante intra-béliers de la variance.

$$r_{ptj} = \frac{\text{cov } E_{ij}}{\gamma E_i \times \gamma E_j} \quad (2)$$

r_{ptj} = corrélation phénotypique entre les variables i et j ;

$\text{cov } E_{ij}$ = composante intra-béliers de la covariance entre les variables i et j ;

γE_i et γE_j = composantes intra-béliers des variances des variables i et j .

$$r_{gtj} = \frac{\text{cov } B_{ij}}{\gamma B_i \times \gamma B_j} \quad (3)$$

r_{gtj} = corrélation génétique entre les variables i et j ,

$\text{cov } B_{ij}$ = composante entre béliers de la covariance entre les variables i et j ,

γB_i et γB_j = composantes entre béliers des variances des variables i et j .

Les écarts-types des estimées des coefficients d'héritabilité ont été calculés selon la formule proposée par ROBERTSON (1959) :

$$s = \sqrt{\frac{32 h^2}{N}} \quad N \text{ étant le nombre de demi-sœurs concernées.}$$

RÉSULTATS

I. — *Brebis en première lactation (Bonassai)*

— *Héritabilités (tabl. I).*

Les valeurs des coefficients d'héritabilité calculées pour les variables « standard » (120 jours de traite) sont très semblables à celles calculées sur les variables homologues déterminées sur la durée de traite totale.

Les coefficients relatifs aux quantités (lait, matière grasse, matière azotée) se situent entre 0,37 (production au contrôle maximum) et 0,53 (production moyenne journalière). Les valeurs les plus élevées sont obtenues pour les taux azotés ($h^2 = 0,89$ et 0,88), tandis que l'héritabilité du taux butyreux est beaucoup plus faible ($h^2 = 0,52$ et 0,46). Les possibilités d'amélioration génétique du rapport taux azoté/taux butyreux apparaissent plus faibles puisque les deux coefficients d'héritabilité calculés (lactation totale ou standard) ne dépassent pas 0,20. Pour les caractéristiques de la courbe de lactation (écart agnelage-contrôle maximum, durée de traite), nous obtenons des valeurs très différentes : $h^2 = 0,13$ pour l'écart, et $h^2 = 0,64$ pour la durée.

Les deux variables de poids (poids de la toison et poids à 18 mois) ont des coefficients d'héritabilité élevés ($h^2 = 0,57$ et $h^2 = 0,73$ respectivement).

TABLEAU I

Performances des brebis en première lactation dans le troupeau de Bonassai (lactation totale : $n = 96$ béliers, $N = 1\ 119$ filles ; lactation standard : $n = 88$ béliers, $N = 973$ filles ; poids de la toison et poids vif ; $n = 87$ béliers, $N = 899$ filles). Paramètres phénotypiques (moyenne : \bar{x} ; écart-type résiduel intrapère : s_E ; coefficient de variation : $CV = 100 \times s_E/\bar{x}$) et génétiques (composante génétique additive de la variance : s_A^2 ; coefficient d'héritabilité : $h^2 + 2s^*$).

Variables	\bar{x}	s_E	CV	s_A^2	$h^2 \pm 2s$
1. Quantité de lait trait (kg)	154	36	23	539	0,38 \pm 0,20
2. Durée de traite (jours)	141	19	13	273	0,64 \pm 0,22
3. Production moyenne journalière (g)	1 092	218	20	30 329	0,55 \pm 0,24
4. Production au contrôle maximum (g)	1 434	307	21	38 180	0,37 \pm 0,20
5. Écart agnelage-contrôle maximum (jours)	60	28	46	106	0,13 \pm 0,12
6. Quantité de matière grasse (kg)	9,5	2,2	23	2,25	0,42 \pm 0,22
7. Quantité de matière azotée (kg)	8,3	1,9	23	1,81	0,43 \pm 0,22
8. Taux butyreux (%)	62,2	4,0	6	9,41	0,52 \pm 0,24
9. Taux azoté (%)	54,4	2,2	4	5,64	0,89 \pm 0,32
10. Taux azoté/taux butyreux (%)	87,6	5,2	6	5,53	0,19 \pm 0,15
11. Poids de la toison (g)	1 670	370	22	88 868	0,57 \pm 0,28
12. Poids vif à la tonte (kg)	37,0	3,7	10	12,28	0,73 \pm 0,32
13. Quantité de lait trait en 120 jours (kg)	142	28	20	358	0,40 \pm 0,23
14. Quantité de matière grasse en 120 jours (kg)	8,5	1,7	20	1,22	0,38 \pm 0,22
15. Quantité de matière azotée en 120 jours (kg)	7,5	1,5	20	0,98	0,40 \pm 0,23
16. Taux butyreux en 120 jours (%)	60,7	4,0	6	8,20	0,46 \pm 0,24
17. Taux azoté en 120 jours (%)	53,7	2,1	4	5,07	0,88 \pm 0,34
18. Taux azoté en 120 jours/taux butyreux en 120 jours (%)	88,7	5,4	6	4,28	0,14 \pm 0,14

$$* : h^2 \pm 2s = \frac{s_A^2}{1/4 s_A^2 + s_E^2} \pm 2 \sqrt{\frac{32 h^2}{N}}$$

— Corrélations phénotypiques et génétiques (tabl. 2).

Les corrélations phénotypiques et génétiques entre les variables homologues déterminées sur les lactations totales et les lactations standards sont proches de 1,00.

La production au contrôle maximum est en forte liaison ($r_p = + 0,77$, $r_g = + 0,70$) avec la production totale. Les quantités (lait, matière grasse, matière azotée), mesurées sur tout ou partie de la période de traite, sont très dépendantes entre elles génétiquement et phénotypiquement ($r = + 0,94$ à $+ 0,99$). La corrélation génétique entre les taux est très élevée ($r_g = + 0,84$) et plus forte que la corrélation phénotypique ($r_p = + 0,44$ et $+ 0,42$). Les corrélations entre les taux et les quantités de lait sont faiblement négatives tandis que les valeurs calculées entre les taux et les quantités correspondantes sont très proches de 0, négatives ou positives ($r = - 0,07$ à $+ 0,25$). Les corrélations phénotypiques de l'écart agnelage-contrôle maximum avec l'ensemble des autres variables sont toutes très faibles ; il n'en est pas de même des corrélations génétiques pour lesquelles des valeurs

Coefficients de corrélation phénotypique (r_p) : en dessous
entre les variables mesurées sur les brebis

Variables	1	2	3	4	5	6	7
1. Quantité de lait trait		0,36	0,69	0,70	0,45	0,95	0,9
2. Durée de traite	0,48		— 0,40	— 0,39	0,71	0,52	0,5
3. Production moyenne journalière	0,80	— 0,11		1,00	— 0,04	0,55	0,5
4. Production au contrôle maximum	0,77	— 0,01	0,89		— 0,06	0,56	0,5
5. Écart agnelage-contrôle maximum	— 0,04	0,09	— 0,12	— 0,17		0,62	0,6
6. Quantité de matière grasse	0,96	0,49	0,75	0,73	— 0,04		0,9
7. Quantité de matière azotée	0,97	0,51	0,76	0,74	— 0,04	0,96	
8. Taux butyreux	— 0,20	— 0,02	— 0,24	— 0,21	0,01	0,06	— 0,1
9. Taux azoté	— 0,12	0,14	0,25	— 0,21	0,01	— 0,01	0,0
10. Taux azoté/taux butyreux	0,13	0,13	— 0,08	0,08	— 0,01	— 0,07	0,1
11. Poids de la toison	0,08	— 0,13	0,13	0,09	— 0,02	0,05	0,0
12. Poids vif à la tonte	0,02	0,06	0,00	0,01	0,08	0,01	0,0
13. Quantité de lait en 120 jours	0,93	0,00	0,98	0,90	— 0,13	0,89	0,9
14. Quantité de matière grasse en 120 jours	0,87	— 0,05	0,94	0,87	— 0,13	0,92	0,8
15. Quantité de matière azotée en 120 jours	0,91	0,01	0,95	0,88	— 0,13	0,90	0,9
16. Taux butyreux en 120 jours	— 0,26	— 0,19	— 0,20	— 0,18	— 0,02	— 0,01	— 0,1
17. Taux azoté en 120 jours	— 0,22	0,00	— 0,23	— 0,19	— 0,02	— 0,10	— 0,0
18. Taux azoté 120 j./taux butyreux 120 j.	0,14	0,21	0,06	0,06	— 0,01	— 0,08	0,1

TABLEAU 3

Performances des brebis en deuxième lactation dans le troupeau de Bonassai (lactation totale : $n = 82$ béliers, $N = 549$ filles; poids de la toison et poids vif : $n = 73$ béliers, $N = 408$ filles).

Paramètres phénotypiques (moyenne : \bar{x} ; écart-type résiduel intrapère : s_E ; coefficient de variation : $CV = 100 \times s_E/\bar{x}$) et génétiques (composante génétique additive de la variance : s_A^2 ; coefficient d'héritabilité et intervalle de confiance : $h^2 \pm 2s$ *).

Variables	\bar{x}	s_E	CV	s_A^2	$h^2 \pm 2s$
1. Quantité de lait trait (kg)	203	51	25	1 691	0,56 \pm 0,36
2. Durée de traite (jours)	195	27	14	363	0,45 \pm 0,32
3. Production moyenne journalière (g)	1 049	258	25	49 480	0,63 \pm 0,38
4. Production au contrôle maximum (g)	1 523	323	21	68 470	0,56 \pm 0,36
5. Écart agnelage-contrôle maximum (jours)	70	29	41	139	0,16 \pm 0,19
6. Quantité de matière grasse (kg)	13,4	3,3	24	6,57	0,53 \pm 0,35
7. Quantité de matière azotée (kg)	11,7	2,9	25	4,38	0,47 \pm 0,33
8. Taux butyreux (%)	67,8	4,6	7	18,74	0,72 \pm 0,41
9. Taux azoté (%)	57,7	2,8	5	9,45	0,93 \pm 0,46
10. Taux azoté/taux butyreux (%)	86,9	5,5	6	7,91	0,27 \pm 0,25
11. Poids de la toison	1 690	340	21	78 521	0,55 \pm 0,41
12. Poids vif à la tonte (kg)	43,0	4,6	11	10,33	0,44 \pm 0,37

$$* : h^2 \pm 2s = \frac{s_A^2}{1/4 s_A^2 + s_E^2} \pm 2 \sqrt{\frac{32 h^2}{N}}$$

diagonale) et génétique (r_g : au-dessus de la diagonale)
 première lactation du troupeau de Bonassai

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,20	0,05	0,22	0,10	0,25	0,93	0,91	0,94	0,31	0,19	0,22
0,43	0,63	0,17	0,03	0,45	0,03	0,23	0,26	0,42	0,62	0,23
0,51	0,49	0,10	0,08	0,02	0,86	0,72	0,73	0,53	0,53	0,09
0,47	0,44	0,12	0,01	0,03	0,90	0,76	0,79	0,55	0,51	0,16
0,49	0,44	0,22	0,01	0,48	0,48	0,69	0,64	0,40	0,37	0,10
0,11	0,22	0,10	0,11	0,25	0,83	0,92	0,94	0,61	0,11	0,15
0,05	0,25	0,26	0,10	0,26	0,82	0,89	0,93	0,05	0,14	0,30
	0,84	0,47	0,29	0,09	0,41	0,08	0,12	0,98	0,88	0,35
0,44		0,09	0,07	0,03	0,39	0,10	0,06	0,82	0,99	0,15
0,77	0,20		0,20	0,23	0,11	0,04	0,11	0,52	0,02	0,94
0,07	0,11	0,00		0,59	0,30	0,27	0,32	0,11	0,05	0,27
0,02	0,01	0,02	0,08		0,13	0,14	0,13	0,01	0,08	0,24
0,22	0,20	0,08	0,11	0,01		0,94	0,94	0,40	0,36	0,10
0,09	0,08	0,16	0,10	0,01	0,94		0,98	0,07	0,07	0,03
0,14	0,01	0,13	0,10	0,00	0,97	0,95		0,13	0,04	0,14
0,97	0,40	0,76	0,04	0,03	0,22	0,09	0,14		0,84	0,46
0,42	0,96	0,20	0,10	0,00	0,22	0,09	0,02	0,42		0,11
0,76	0,19	0,95	0,02	0,05	0,09	0,16	0,13	0,80	0,19	

TABLEAU 4

Performances des brebis adultes (troisième lactation et plus) dans le troupeau de Bonassai (lactation totale ; $n = 150$ béliers, $N = 603$ filles ; poids de la toison et poids vif : $n = 138$ béliers $N = 500$ filles). Paramètres phénotypiques (moyenne : \bar{x} , écart type résiduel intrapère : s_E ; coefficient de variation : $CV = 100 \times s_E/\bar{x}$) et génétiques (composante génétique additive de la variance : s_A^2 ; coefficient d'héritabilité et intervalle de confiance : $h^2 \pm 2s$ *).

Variables	\bar{x}	s_E	CV	s_A^2	$h^2 \pm 2s$
1. Quantité de lait trait (kg)	226	60	27	5 260	$0,14 \pm 0,17$
2. Durée de traite (jours)	206	26	13	**	**
3. Production moyenne journalière (g)					
4. Production au contrôle maximum (g)	1 602	364	23	44 476	$0,31 \pm 0,25$
5. Écart agnelage-contrôle maximum (jours)	71	32	45	52	$0,05 \pm 0,10$
6. Quantité de matière grasse (kg)	15,1	4,1	27	3,35	$0,19 \pm 0,20$
7. Quantité de matière azotée (kg)	13,1	3,5	27	1,85	$0,14 \pm 0,17$
8. Taux butyreux (%)	67,2	5,1	8	10,50	$0,36 \pm 0,27$
9. Taux azoté (%)	58,3	3,5	5	9,06	$0,91 \pm 0,44$
10. Taux azoté/taux butyreux (%)	87,2	5,8	7	15,87	$0,42 \pm 0,30$
11. Poids de la toison (g)	1 600	343	21	56 000	$0,43 \pm 0,33$
12. Poids vif à la tonte (kg)	45,0	5,0	11	15,00	$0,52 \pm 0,36$

$$* : h^2 \pm 2s = \frac{s_A^2}{1/4 s_A^2 + s_E^2} \pm 2 \sqrt{\frac{32 h^2}{N}}$$

** : composante négative de la variance.

élevées ou moyennes sont obtenues avec la durée de traite ($r_g = + 0,71$) et les quantités ($r_g = + 0,45$ à $+ 0,60$) et les taux ($r_g = 0,37$ à $0,49$). La liaison phénotypique de la durée de traite avec les productions totales est moyenne ($r_p = + 0,48$ à $+ 0,51$) et du même ordre de grandeur que la liaison génétique ($r_g = + 0,36$ à $+ 0,53$).

Poids de laine, poids de la brebis et production laitière apparaissent sans liaison phénotypique, mais on relève des corrélations génétiques plus élevées entre poids de laine et poids de la brebis ($r_g = + 0,59$), poids de la brebis et production laitière ($r_g = + 0,25$), poids de la brebis et caractéristiques de la courbe de lactation ($r_g = + 0,48$ avec l'écart agnelage-contrôle maximum; $r_g = + 0,45$ avec la durée de traite). La liaison génétique « laine-lait » est très faible ($r_g = 0,10$).

2. — *Brebis en deuxième lactation* (Bonassai tabl. 3)
et brebis adultes (Bonassai, tabl. 4 ; Foresta, tabl. 5) : *coefficients d'héritabilité*

Les coefficients d'héritabilité des quantités enregistrées en deuxième lactation dans le troupeau de *Bonassai* (lait et composants du lait) sont en règle générale du même ordre de grandeur ou plus élevés qu'en première lactation (h^2 quantité de lait totale première lactation : $0,38 \pm 0,20$; deuxième lactation : $0,56 \pm 0,36$). Pour l'ensemble des lactations suivantes regroupées (adultes), les valeurs calculées sont au contraire plus faibles qu'en première lactation (h^2 quantité de lait totale = $0,14 \pm 0,17$). Dans le troupeau de *Foresta*, pour lequel on a tenu compte seule-

TABLEAU 5

Performances des brebis adultes (troisième lactation et plus) *dans le troupeau de Foresta* (lactation totale : $n = 169$ béliers, $N = 1172$ filles ; poids de la toison et poids vif : $n = 150$ béliers, $N = 896$ filles). *Paramètres phénotypiques* (moyenne : \bar{x} , écart-type résiduel intrapère : s_E ; coefficient de variation : $CV = 100 \times s_E/\bar{x}$) *et génétiques* (composante génétique additive de la variance : s_A^2 ; coefficient d'héritabilité et intervalle de confiance : $h^2 \pm 2s$ *).

Variables	\bar{x}	s_E	CV	s_A^2	$h^2 \pm 2s$
1. Quantité de lait trait (kg)	163	42	26	4 815	$0,26 \pm 0,17$
2. Durée de traite (jours)	199	24	12	203	$0,33 \pm 0,19$
3. Production moyenne journalière (g)	817	204	25	1 554	$0,33 \pm 0,19$
4. Production au contrôle maximum (g)	1 143	286	25	18 666	$0,21 \pm 0,15$
5. Écart agnelage-contrôle maximum (jours)	103	41	40	112	$0,07 \pm 0,08$
6. Quantité de matière grasse (kg)	10,7	2,7	26	2,66	$0,33 \pm 0,19$
7. Quantité de matière azotée (kg)	9,3	2,3	25	1,37	$0,23 \pm 0,16$
8. Taux butyreux (%)	65,6	5,2	8	10,66	$0,38 \pm 0,20$
9. Taux azoté (%)	57,2	2,7	5	3,03	$0,59 \pm 0,25$
10. Taux azoté/taux butyreux (%)	87,9	5,9	7	5,34	$0,15 \pm 0,13$
11. Poids de la toison (g)	1 199	257	21	46 912	$0,60 \pm 0,29$
12. Poids vif à la tonte (kg)	43,9	4,1	9	6,06	$0,32 \pm 0,21$

$$* : h^2 \pm 2s = \frac{s_A^2}{1/4 s_A^2 + s_E^2} \pm 2 \sqrt{\frac{32 h^2}{N}}$$

ment des lactations adultes en raison des effectifs insuffisants à 1 an et 2 ans, on observe des valeurs moyennes généralement supérieures à celles obtenues dans le troupeau de *Bonassai* au même âge (h^2 quantité de lait totale = $0,26 \pm 0,17$).

Pour les taux, des valeurs souvent élevées sont calculées pour toutes les lactations et dans les 2 troupeaux, toujours plus fortes pour le taux azoté ($h^2 = 0,47$ à $0,91$) que pour le taux butyreux ($h^2 = 0,36$ à $0,72$). L'héritabilité du rapport des taux se maintient cependant à des valeurs basses comme en première lactation ($h^2 = 0,15$ à $0,42$).

L'héritabilité de l'écart entre l'agnelage et le contrôle maximum, non différente de 0 en première lactation ($h^2 = 0,13 \pm 0,12$) reste à des valeurs très faibles au cours des lactations suivantes dans les deux troupeaux ($0,05$ à $0,13$). Par contre, la variabilité génétique de la durée de traite, élevée en première lactation ($h^2 = 0,64$ à $0,28$) baisse en deuxième lactation ($h^2 = 0,45 \pm 0,32$) et devient nulle sur les lactations adultes à *Bonassai*; sa valeur est cependant différente de zéro à *Foresta* ($h^2 = 0,33 \pm 0,19$).

Pour les variables de pesée à la tonte (laine et poids vif), les héritabilités trouvées sont toujours relativement fortes dans les deux troupeaux et ne semblent pas évoluer avec l'âge (h^2 laine = $0,43$ à $0,60$; h^2 poids vif à la tonte = $0,32$ à $0,52$).

DISCUSSION

En règle générale, les valeurs des coefficients d'héritabilité calculés ici sont supérieurs à ceux couramment admis pour la plupart des caractères, notamment pour la production laitière et la durée de la période de traite en première et en deuxième lactation. On peut se demander si cette supériorité est représentative de celle d'une population encore peu sélectionnée, bien que LAUVERGNE *et al.* (1973) montrent que la race *Sarde* dépend génétiquement d'un nombre restreint de troupeaux groupés dans la région de Barumini au Centre Sud de l'île, ou si elle est due à la structure même de notre échantillon et au schéma d'analyse utilisé.

Sans toutefois rejeter la première hypothèse que nous n'avons pas les moyens de vérifier, il convient donc d'examiner avec plus d'attention notre propre matériel de travail.

Des facteurs non génétiques peuvent avoir accru la variabilité apparente entre pères. En effet, les brebis en première lactation à *Bonassai* ont agnelé à des dates moyennes différentes selon leur troupeau d'origine (*Bonassai* et *Foresta*) et par conséquent selon leur père : du fait d'une naissance plus tardive et de conditions d'élevage plus difficiles, les agnelles issues de *Foresta* apparaissent moins précoces que celles nées sur les pâturages irrigués de *Bonassai*. Par ailleurs, le fait d'avoir conservé dans l'analyse de variance les pères dont l'effectif de filles est inférieur à 5 peut avoir introduit un biais dont il est d'ailleurs difficile d'apprécier ici la dimension et le sens.

Les échanges de brebis entre les deux élevages et la sélection massale réalisée après la première lactation rendent également délicate l'interprétation des différences d'héritabilité observées entre âges ou entre élevages. RONNINGEN (1972) montre notamment que l'estimée des coefficients d'héritabilité par la méthode des corrélés

TABLEAU 6

Valeurs des coefficients d'héritabilité de la production laitière des brebis

Auteurs	Races	Effectif	Méthode de calcul *	Numéro lact. ou âge	h^2
BETTINI (1952)	<i>Sarde</i>	48	2b	1	0,00
				2	0,17
BONNELLI (1969)	<i>Sarde</i>	357	2b	1	0,26
BOYAZOGLU, POLY et POUTOUS (1965 a)	<i>Lacaune</i>	651	2b	1	0,33
		830	2b	3	0,20
		326	2b	4	0,15
DASSAT et MASON (1954)	<i>Sopravissana</i>	212	2b	1	0,29
		190	4r	2	0,23
HINKOWSKY (1968)	<i>Laine croisée</i>	436	2b	1	0,38
		436	2b	2	0,32
HORAK (1969)	<i>Cigaja Valaska Merinos</i>	2 724	4r	1	0,32
		3 494	4r	1	0,27
		640	4r	1	0,34
MALIK (1968)	<i>Cigaja Valaska</i>	—	4r	2	0,46
		—	4r	2	0,51
MINEV <i>et al.</i> (1971)	<i>Staru Zagora</i>	194	2b	1	0,22
		195	2b	2	0,57
		191	2b	3	0,41
		160	2b	4	0,36
		124	2b	5	0,28
OJEDA SAHAGUN E. (1974)	<i>Manchega</i>	180	2b	1	0,22
ROMER, COLLEAU et FLAMANT (1971)	<i>Lacaune</i>	895	2b	1	0,31
		1 048	2b	3	0,29
		398	2b	4	0,29
		895	4r	1	0,16
		1 048	4r	3	0,14
SOLLER <i>et al.</i> (1966)	<i>Awassi (Israël)</i>	731	2b	1	0,24
		731	2b	**	0,27
TECZA (1969)	<i>Polonaise des montagnes</i>	211	4r	1	0,48
YARKIN et TUNCEL (1972)	<i>Awassi (Turquie)</i>	226	2b	1	0,51

* : $h^2 = 2b$ ou $h^2 = 4r$.

** : moyenne toutes lactations.

lations entre demi-sœurs (utilisée ici) peut être fortement biaisée négativement par la sélection des individus sur lesquels porte le calcul. Un tel effet pourrait expliquer la baisse importante d'héritabilité à *Bonassai* sur les lactations adultes où le nombre moyen de filles par bélier et par année est seulement égal à 4, contre 7 en deuxième et 12 en première lactation.

Ces remarques préliminaires justifient la réalisation de travaux futurs dans lesquels nous nous efforcerons de limiter les sources de biais possibles que nous avons énoncées. Nous chercherons également à en tenir compte dans les paragraphes suivants consacrés à l'étude des différents caractères analysés.

1. — *Quantité de lait*

On constate que malgré la sélection réalisée à *Bonassai* après la première lactation et l'introduction de facteurs non génétiques dans la variance entre pères, les coefficients d'héritabilité les plus élevés sont obtenus en deuxième lactation ce qui est en accord avec la moyenne des résultats obtenus par différents auteurs (tabl. 6) :

1^{re} lactation, $h^2 = 0,29$ (0,00 à 0,51)

2^e lactation, $h^2 = 0,38$ (0,17 à 0,57)

3^e lactation et plus, $h^2 = 0,27$ (0,14 à 0,41).

Plusieurs interprétations peuvent être données de ces résultats apparemment en désaccord avec ceux qui sont couramment admis chez les vaches :

— le caractère souvent précoce de la première lactation des brebis laitières peut minimiser la variance génétique beaucoup plus que chez les vaches ;

— la durée de tarissement, beaucoup plus longue des brebis, limite l'effet résiduel du niveau de la première lactation sur la deuxième.

— ROMER *et al.* (1971) suggèrent enfin que l'alimentation des brebis en groupe, indépendamment du niveau de production individuelle et contrairement à la pratique courante pour les vaches, peut avoir pour conséquence un coefficient d'héritabilité plus élevé.

ROMER *et al.* (1971) constatent également sur les brebis de race *Lacaune* de la région de Roquefort une tendance à l'augmentation de l'héritabilité de la production laitière dans les troupeaux ayant un niveau de production bas. Pour les lactations adultes de notre échantillon on observe en général des valeurs plus élevées de l'héritabilité des quantités dans le troupeau de *Foresta* que dans le troupeau de *Bonassai* plus productif (quantités de lait moyennes respectives : 163 litres et 226 litres). Les différences observées s'interprètent cependant plus simplement en observant que la pression de sélection est beaucoup plus élevée à *Bonassai* qu'à *Foresta*.

2. — *Recherche d'un critère précoce de sélection*

BOYAZOGLU *et al.* (1965), ROMER *et al.* (1971) discutent, sur les brebis de race *Lacaune*, de l'intérêt du contrôle maximum comme critère précoce de sélection en première lactation. Les valeurs des coefficients d'héritabilité trouvées pour ce critère sont en général égales ou supérieures à celles calculées pour la production

laitière totale sur les mêmes données (tabl. 7) et se rapprochent des valeurs habituellement obtenues pour la production laitière totale en deuxième lactation. On peut penser que ce caractère, mesuré au début de la première lactation, reflète plus les potentialités génétiques de l'animal que la totalité du lait recueilli au cours de la même lactation et dont le niveau peut dépendre des besoins de croissance du jeune animal, des conditions de pâturage ou d'un arrêt plus ou moins précoce de la lactation par rapport aux dates de mise bas généralement plus étalées que pour les adultes.

TABLEAU 7

Valeurs comparées des coefficients d'héritabilité (h^2) de la production laitière totale et de la production au contrôle maximum en première lactation

Auteurs	Races	Effectif	Méthode de calcul *	h^2 production laitière	
				totale	contrôle maximum
BONELLI (1969 a)	Sarde	357	2b	0,26	0,36
BOYAZOGLU <i>et al.</i> (1965 a)	Lacaune	651	2b	0,33	0,37
ROMER <i>et al.</i> (1971)	Lacaune	895	2b	0,31	0,28
	Lacaune	895	4r	0,16	0,45
Nos résultats	Sarde	1 119	4r	0,38	0,37
			Moyenne	0,29	0,37

* : $h^2 = 2h$ ou $h^2 = 4r$.

Les corrélations phénotypiques et génétiques calculées sur notre échantillon entre la production au contrôle maximum et la quantité de lait totale à 1 an atteignent des valeurs du même ordre de grandeur ($r_p = 0,77$; $r_g = 0,70$) que celles obtenues par d'autres auteurs :

FINCI (1957) : $r_p = 0,81$,

RICORDEAU et DENAMUR (1962) : $r_p = 0,82$,

SONMEZ et WASSMUTH (1964) : $r_p = 0,68$ à $0,86$,

BOYAZOGLU *et al.* (1965) : $r_p = 0,77$ à $0,80$; $r_g = 0,95$,

CALCEDO ORDONEZ (1968) : $r_p = 0,67$,

IZQUIERDO PRIMO *et al.* (1969) : $r_p = 0,73$ à $0,86$,

BONELLI (1969) : $r_p = 0,69$; $r_g = 0,78$,

ROMER *et al.* (1971) : $r_p = 0,67$ à $0,79$; $r_g = 0,84$ à $1,00$.

La considération d'une lactation standard de 4 mois paraît cependant plus intéressante à considérer ($r_g = + 0,93$). L'intérêt du calcul précoce d'index génétiques des béliers sur ce critère risque cependant d'être limité si l'on ne parvient

pas à obtenir les estimées suffisamment tôt avant la période de monte de l'année en cours. Il serait donc intéressant d'étudier la valeur prédictive de lactations standards de plus courte durée (90 jours par exemple).

3. — Composants du lait. Réponses corrélées à la sélection

Pour les quantités de matière grasse et de matière azotée, les mêmes remarques que pour la production laitière sont à faire : variabilité génétique plus élevée en deuxième lactation mais faible en lactations adultes, liaison génétique importante entre les productions « standards » et les productions totales. Ceci s'explique aisément par la dépendance étroite entre les 3 quantités (lait, matière grasse, matière azotée).

Les coefficients d'héritabilité trouvés en première lactation pour la quantité de matière grasse et le taux butyreux sont légèrement supérieurs à ceux calculés par BONELLI (1969 a) sur des brebis *Sardes* ($h^2 = 0,25$ et $0,41$) et par YARKIN et TUNCEL (1972) pour le taux butyreux de brebis *Awassi* de même âge ($h^2 = 0,34$) mais sont du même ordre de grandeur que ceux habituellement calculés sur les vaches laitières (GAUNT, 1973).

Pour la teneur en protéine, les coefficients trouvés sont plus élevés que pour le taux butyreux alors qu'habituellement chez les vaches, les résultats obtenus pour les deux taux sont très proches. Les coefficients calculés pour le rapport des taux (taux azoté/taux butyreux) sont cependant beaucoup plus faibles (inférieurs à $0,20$) que ceux rapportés par GAUNT (1973) sur 22 382 lactations de vaches aux U. S. A. (h^2 TA/TB = $0,34$ à $0,92$). On remarque également que le signe et la dimension des corrélations observées entre quantités et taux sont semblables à ceux obtenus sur les vaches par POUTOUS (1964) et GAUNT (1973).

Dans un programme de sélection, l'objectif principal mérite d'être défini avec précision, car le caractère le plus sélectionnable n'est pas forcément celui qui permettra une productivité supérieure des élevages : amélioration de la qualité fromagère du lait, augmentation de la quantité de fromage produite par l'industrie, augmentation de la production laitière des élevages. Les trois facteurs (lait, richesse, quantité de matière sèche) étant liés et ayant des héritabilités différentes, il est important d'estimer leurs réponses corrélées à la sélection. Par ailleurs, il est nécessaire, avant un choix définitif, d'envisager le coût de la sélection (contrôle laitier, fréquence et méthodes de détermination de la richesse du lait). A cet effet nous avons estimé l'efficacité relative des sélections directes et indirectes sur la production laitière et sur la teneur des laits, dans le cas d'une sélection massale. Les résultats obtenus (tabl. 8) ne varient pas sensiblement si l'on considère le cas d'une sélection sur descendance telle que l'a envisagée SYRSTAD (1970).

La production laitière standard en 120 jours de traite paraît être un meilleur critère de sélection précoce que la production au contrôle maximum. Plus généralement, ce résultat met de nouveau en valeur l'intérêt d'une lactation partielle calculée sur plus d'un contrôle en vue d'un jugement des béliers dans les semaines précédant la monte de la campagne suivante.

Il apparaît que la sélection sur la quantité de lait entraîne une augmentation des quantités de matière sèche utile (matière grasse + matière azotée) égale à 90 p. 100 environ du résultat d'une sélection directe sur celles-ci, mais une diminution des

teneurs (corrélations génétiques négatives), particulièrement en matière grasse, beaucoup plus faiblement pour la matière azotée. Inversement, une sélection sur le taux butyreux entraîne une diminution de la production laitière totale qui limite l'accroissement de la quantité de matière sèche utile produite. On constate en revanche qu'une sélection directe sur les quantités de matière grasse ou de matière azotée entraîne une augmentation de la quantité de lait, égale à celle obtenue par la sélection directe, avec en outre une amélioration de la composition de ce lait.

TABLEAU 8

*Efficacité relative de la sélection indirecte
par rapport à la sélection directe en première lactation*

- R 2/1 Réponse du caractère 2 quand on sélectionne le caractère 1, par rapport au progrès obtenu par sélection directe du caractère 2 avec la même pression de sélection que sur le caractère 1.
— R 1/2 Réponse du caractère 1 quand on sélectionne le caractère 2.
Dans le cas d'une sélection massale * ou d'une sélection sur descendance ** (valeurs entre parenthèses).

Caractère 1	Caractère 2	R 2/1	R 1/2
Production laitière totale	Production laitière standard (120 jours)	+ 0,91 (+ 0,90)	+ 0,94 (+ 0,93)
	Production au contrôle maximum	+ 0,71 (+ 0,71)	+ 0,69 (+ 0,69)
	Quantité de matière grasse	+ 0,89 (+ 0,91)	+ 1,01 (+ 0,99)
	Quantité de matière azotée	+ 0,88 (+ 0,91)	+ 1,02 (+ 0,95)
	Taux butyreux	— 0,17 (— 0,18)	— 0,24 (— 0,22)
	Taux azoté	— 0,03 (— 0,04)	— 0,08 (— 0,07)
	Poids de la toison Poids vif à la tonte	+ 0,08 (+ 0,09) + 0,18 (+ 0,20)	+ 0,12 (+ 0,11) + 0,35 (+ 0,31)
Quantité de matière grasse	Quantité de matière azotée	+ 0,98 (+ 0,98)	+ 1,00 (+ 1,00)
	Taux butyreux	+ 0,10 (+ 0,10)	+ 0,17 (+ 0,12)
	Taux azoté	+ 0,14 (+ 0,17)	+ 0,32 (+ 0,28)
Quantité de matière azotée	Taux butyreux	+ 0,05 (+ 0,05)	+ 0,07 (+ 0,05)
	Taux azoté	+ 0,17 (+ 0,20)	+ 0,36 (+ 0,31)
Taux butyreux	Taux azoté	+ 0,64 (+ 0,88)	+ 1,10 (+ 0,90)

$$* : R \ 2/1 = \frac{G \ 2/1}{G_2} = \frac{h_1 \ r_{G1-2}}{h_2}$$

h_1^2 et h_2^2 = héritabilités des caractères 1 et 2.

r_{G1-2} = corrélation génétique entre les caractères 1 et 2.

$$** : R \ 2/1 = \frac{h_1^2 [4 + (n-1) h_2^2]}{h_2^2 [4 + (n-1) h_1^2]} r_{G1-2} \quad (\text{SYRSTAD, 1970})$$

n = nombre moyen de filles par bélier = 15.

Dans l'optique d'une sélection conduisant au progrès génétique le plus rapide et le plus complet en quantité et teneur de lait, la quantité de matière azotée serait certainement la plus intéressante à retenir comme critère de sélection en première lactation, à cause de la plus grande facilité de réalisation des déterminations du taux

azoté, et de la meilleure précision de celles-ci. On peut envisager également d'effectuer une sélection des béliers sur la production laitière de leurs filles en première lactation mais de ne choisir les mères à agneaux à mettre en testage que parmi les brebis dont le lait a une teneur minimum.

4. — Caractéristiques de la courbe de lactation

Durée de la période de traite.

L'héritabilité trouvée ici pour la durée de la période de traite est nettement supérieure à celle habituellement calculée par de nombreux auteurs sur les vaches et par BOYAZOGLU *et al.* (1965) sur brebis *Lacaune* ($h^2 = 0,00$ à $0,18$). Cependant BERTINI (1952) calcule, sur brebis *Sardes* également, une valeur proche de la nôtre ($h^2 = 0,61$ -moyenne des lactations) tandis que BONELLI (1969) sur brebis *Sardes* et YARKIN et TUNCEL (1972) sur brebis *Awassi* obtiennent en première lactation des valeurs ($h^2 = 0,33$ et $0,32$) relativement proches de celles admises pour la quantité de lait.

Il apparaît donc qu'une sélection sur la persistance est possible en race *Sarde* et plus généralement sur les brebis laitières où la durée de lactation n'est pas limitée par un facteur externe (fermeture des laiteries du Rayon de Roquefort) ou physiologique (début de la lactation suivante chez la vache).

La corrélation génétique calculée en première lactation entre la durée de traite et la quantité de lait totale ($r_g = + 0,36$) est supérieure à celle trouvée par BOYAZOGLU *et al.* (1965 *b*) mais est du même ordre de grandeur que les valeurs observées par les autres auteurs (BONELLI, 1969 *b* : $r_g = 0,56$; YARKIN et TUNCEL, 1972 : $r_g = + 0,30$). Ces résultats suggèrent finalement une possibilité d'allongement de la lactation en race *Sarde* liée à la sélection sur le niveau de production laitière.

Position du contrôle maximum.

Les facteurs de variation de la position du maximum de la lactation par rapport au début de celle-ci ont été étudiées par IzQUIERDO PRIMO *et al.* (1969) sur des brebis de race *Préalpes du Sud* contrôlées quotidiennement. Ces auteurs ont montré que l'écart « agnelage-date du contrôle maximum » ne suivait pas une distribution normale mais s'assimilait beaucoup plus à une loi de Poisson. Dans notre cas, la variabilité de ce caractère peut s'être trouvée biaisée pour 2 raisons : la fréquence mensuelle ou bimensuelle des contrôles, et une période d'allaitement de 3 à 5 semaines qui empêchent une détermination précise du maximum de la lactation. Cette imprécision de mesure explique certainement en partie les coefficients d'héritabilité très faibles qui ont été calculés ici et ne permet pas de conclure avec certitude quant aux possibilités de variabilité génétique de la position du maximum de la lactation. Les corrélations génétiques positives trouvées avec la durée de traite, la quantité de lait et les taux indiquent cependant une relation avec la persistance de la lactation. La sélection des brebis *Sardes* sur leurs performances laitières s'accompagnerait donc d'une augmentation du niveau de toutes les caractéristiques de leur courbe de lactation (maximum de la lactation et position de ce maximum, durée de la lactation).

5. — Poids de la brebis et production de laine

La toison de la brebis *Sarde*, très grossière, ne présente évidemment pas les qualités marchandes des laines fines. De même, la brebis de réforme, mal conformée et peu prolifique ne permet pas une valorisation intéressante. Les 2 caractères analysés ici sont donc annexes. Notons cependant, que dans cette race non sélectionnée pour la production de laine, les coefficients d'héritabilité du poids de toison se situent au-dessus des valeurs les plus couramment admises pour ce caractère ($h^2 = 0,35$, CUNNINGHAM et GJEDREM, 1970) mais calculées le plus souvent sur des races à dominance *Mérinos*.

Pour le poids adulte, les valeurs rapportées dans la littérature (CUNNINGHAM et GJEDREM, 1970) sont également élevées, mais nos valeurs se situent au-dessus de la moyenne. Il en est de même de la liaison génétique « poids de laine-poids vif » dont la mesure ($r_g = + 0,60$) se situe au niveau des plus fortes valeurs rapportées par CUNNINGHAM et GJEDREM (1970) et par TURNER (1972). Il n'est pas impossible cependant que ces valeurs élevées soient dues en partie aux différences de conditions d'élevage des brebis au cours de leur jeune âge, notamment en ce qui concerne le format.

En revanche, peu d'auteurs ont pu déterminer sur un effectif aussi important que le nôtre les liaisons de ces 2 caractères avec la production laitière. La plupart des résultats suggèrent cependant l'absence de liaison entre les aptitudes laitières et la production de laine ou le poids vif des animaux. Les faibles valeurs des coefficients de corrélation génétique que nous avons obtenues confirment ces premières observations.

CONCLUSIONS

Cette première étude « extensive » du fichier ovin de l'*Istituto Zootechnico e Caseario per la Sardegna* permet de formuler un certain nombre de problèmes dont la résolution est nécessaire à l'organisation d'un programme rationnel de sélection de la population *Sarde* et qui feront l'objet des publications suivantes.

Dans cette très vaste population *Sarde* où aucune sélection efficace n'a encore été entreprise, la variabilité génétique de la plupart des caractères mesurés ici (quantité de lait et composition, poids des brebis et de la toison) paraît se situer à un niveau supérieur à celui admis habituellement. Cependant, plusieurs facteurs ont pu accroître la variabilité apparente de notre échantillon, particulièrement en première lactation : un seul troupeau, assimilable à une station de testage, constitué de filles de béliers utilisés dans 2 élevages, différant largement par leur conduite et leurs conditions d'élevage. Aussi, sera-t-il intéressant, d'une part de rechercher un schéma statistique et de choisir un échantillon permettant l'élimination des facteurs d'élevage et de sélection. D'autre part il sera nécessaire ultérieurement de comparer ces résultats à ceux d'une analyse génétique des performances contrôlées dans les élevages privés.

L'élévation de la variabilité génétique en deuxième lactation qui se manifeste dans notre échantillon ne remet pas en cause la nécessité d'un jugement des béliers

sur les performances laitières moyennes de leur descendance en première lactation, mais indique, si elle était confirmée, que le choix des mères à bélier pourrait être réalisé avec plus de précision en faisant intervenir les productions aux différents âges, dans l'estimée de la valeur génétique individuelle des brebis, et avec des pondérations différentes.

La prise en compte d'une lactation partielle calculée en début de lactation (3 à 4 mois) est à préférer, comme critère de sélection précoce, à la production au contrôle maximum. La durée la plus efficace quant à sa valeur prédictive et son utilisation pratique est à rechercher.

Une sélection laitière efficace paraît susceptible d'entraîner un allongement de la période de lactation conjointement à l'élévation du maximum de la lactation. L'échantillon analysé dans cette étude révèle par ailleurs que cette situation n'aura pas de conséquences sensibles sur le poids vif et le poids de la toison des brebis.

Si l'on désire faire porter la sélection également sur la composition du lait, la solution la plus efficace (compte tenu du coût des analyses) paraît être de choisir la quantité de matière azotée comme critère de sélection.

Reçu pour publication en février 1975.

SUMMARY

GENETIC IMPROVEMENT OF MILK YIELD IN SARDINIAN EWES.

I. — HERITABILITIES AND CORRELATIONS BETWEEN CHARACTERS

The genetic parameters (heritability coefficients and genetic correlations between variables) of Sardinian breed ewes (milk yield, length of milking, milk constituents, fleece weight and liveweight) are estimated from data on experimental flocks at the *Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna*.

Eighteen variables are measured during 3 523 lactations (119 first lactations). Genetic parameters are estimated from variance of components between sires and intra-sires of half sisters. Results show higher genetic variability in the second lactation for the milk yield during milking ($h^2 = 0.56$ against 0.38 in first lactation and 0.14 in adult lactation). This may be peculiar to dairy ewes, which have a shorter drying-off period than cows, thus permitting better expression of dairy aptitude in second lactation. It is possible, however, that the origin of breeding ewes in one of the flocks studied, has increased apparent genetic variability during first lactations.

Study of genetic correlations in first lactation and correlated responses shows the value of the milk yield over a 4-month period as a preferably early selection criterium for a maximum milk yield.

The heritability coefficients calculated for milk components are usually higher than for cows, particularly for nitrogen percent where relatively high values are found ($h^2 = 0.59$ to 0.93). On the other hand, possibilities for selecting on the ratio of these percentages are lower than for milk yield. The most efficient selection to improve yield and dry matter, and percentage, should be based on the amount of crude nitrogen.

Selection for milk yield should not significantly change the morphological characters of the breed (liveweight and fleece weight), but should increase the length of the milking period.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BETTINI T. M., 1952. Su alcune cause di variazione della lunghezza della lattazione e della produzione latte nella pecora *Sarda*. *Riv. Zoot.*, **25**, 3-10.
- BONELLI P., 1969 a. Aspetti quantitativi della lattazione e delle componenti grasse del latte di pecora *Sarda* di primo parto. Coefficienti di ereditabilità. *Riv. Zoot.*, **42**, 504-510.

- BONELLI P., 1969 b. Aspetti quantitativi della lattazione e delle componenti grasse del latte di pecora *Sarda* di primo parto. Correlazioni fenotipiche e genetiche. *Riv. Zoot.*, **42**, 556-565.
- BOYAZOGLU, POLY J., POUTOUS M., 1965 a. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis III. Coefficients d'hérabilité. *Ann. Zootech.*, **14**, 55-61.
- BOYAZOGLU J., POLY J., POUTOUS M., 1965 b. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. IV. Corrélations génétiques et phénotypiques. *Ann. Zootech.*, **14**, 145-152.
- CALCEDO ORDONEZ V., 1968. La mejora de los ovinos de raza *Churra*. II. Control lechero maximo (C. L. M.) y su correlacion fenotipica con la produccion total. *Veterinaria*, **33**, 597-601.
- CASU S., 1967. La pecora *Sarda* e la mungitura meccanica. *Riv. Zoot.*, **40**, 32-48.
- CUNNINGHAM E. P., GJEDREM T., 1970. Genetic control of ewe body weight in selection for higher wool and lamb output. *Acta agric. Scand.*, **20**, 194-204.
- DASSAT P., MASON J. L., 1954. Heritability of milk yield of sheep. *Caryologia*, **6**, 750-753.
- FINCI M., 1957. The improvement of the *Awassi* breed of sheep in Israel. *Bull. Res. Council. Israel.*, **6B**, 106 p.
- GAUNT S. N., 1973. Genetic and environmental changes possible in milk composition. *J. Dairy. Sci.*, **56**, 270-278.
- HINKOVSKI T. S., 1968. Characteristics of milk production performance in semi fine woolled sheep. I. Relationships with lactation number. *Genet. Selekt.*, **1**, 371-380.
- HORAK F., 1969. Heritability of ewes of udder measurements and milk yield and fat content (en Tchèque). *Ziv. Vyroba*, **14**, 853-842.
- IZQUIERDO PRIMO J. A., FLAMANT J. C., RICORDEAU G., 1969. Étude préliminaire de la phase ascendante de la courbe de lactation des brebis traitées. *Ann. Zootech.*, **18**, 169-184.
- LAUVERGNE J. J., BOYAZOGLU J., CARTA R., CASU S., 1973. Quelques caractéristiques démographiques de la race ovine *Sarde*. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **5**, 53-72.
- MALIK J., 1968. The heritability of the main efficiency in sheep breeds raised in Slovakia (en Tchèque). *Ved. Prace Vysk. Ust. Ovs. Trencine*, **4**, 35-46.
- MINEV P., KATSAROV Ya, DOBREV D., BOSHPNAKOV I., 1971. Milk yield of local Stara Zagora ewes (en Russe). *Zhivotnovodstvo, Mosk.*, **33** (3), 90-92.
- OJEDA SAHAGUN E., 1973. Répétabilité et hérabilité de la production laitière chez la race ovine espagnole *Manchega*. *Comm. Congr. Intern. Génét. Appl. Prod. anim.*, Madrid, **3**, 1047-1051.
- PASSINO F., 1931. Gli ovini di razza *Sarda*. *Nuovi Ann. Agr.*, **11**, 317-342.
- POUTOUS M., 1964. Le testage des taureaux sur la production en matière azotée de leurs filles. Résultats préliminaires (première partie). *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 273-286.
- RICORDEAU G., DENAMUR R., 1962. Production laitière des brebis *Préalpes du Sud* pendant les phases d'allaitement, de sevrage et de traite. *Ann. Zootech.*, **11**, 5-38.
- ROBERTSON A., 1959. Experimental design in the evaluation of genetic parameters. *Biometrics*, **15**, 219-226.
- ROMER J., COLLEAU J. J., FLAMANT J. C., 1971. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. VIII. Variation des paramètres génétiques avec le niveau de production du troupeau. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 331-335.
- RONNINGEN K., 1972. The effect of selection of progeny performance on the heritability estimated by half sib correlation. *Acta. agric. Scand.*, **22**, 50-92.
- SOLLER M., VISOKI M., ZAMIRI H., SHARAV E., 1966. Heritability and repeatability of some selection criteria for milk production in *Awassi* (fat-tail) sheep. *Israel J. agric. Res.*, **16**, 29-35.
- SONMEZ R., WASSMUTH R., 1964. Untersuchungen über die Möglichkeiten der Züchterischen Verbesserung der Milchleistung von *Awassi* (Ivesi), *Sakiz* (Chios) und *Kivircik-Schafen* in der Türkei. *Züchtungskunde*, **36**, 23-30.
- SYRSTAD O., 1970. Estimating direct and correlated response to selection. A note for clarification. *Acta. agric. Scand.*, **20**, 205-206.
- TECZA S., 1969. Genetic and phenotypic correlations between wool yields and staple length and milk yield in *Polish Mountain sheep* (en polonais). *Acta agric. Silv. (Ser. Zootech.)*, **9**, (2) 119-127.
- TURNER H. N., 1972. Genetic interactions between wool, meat and milk production in sheep. *Anim. Breed. Abstr.*, **40**, 621-634.
- YARKIN I., TUNCEL E., 1972. Genetische Parameter für Milch und andere Leistungen und die genetischen Verbesserungsmöglichkeiten beim Ivesischaf. *Z. Tierz. Zucht. Biol.*, **89**, 199-216.