

## ÉTUDES SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE DES BOVINS

### I. — NOTE SUR LA CORRECTION DU NIVEAU D'ÉTABLE

M. POUTOUS et J.-C. MOCQUOT

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

---

#### RÉSUMÉ

Les résultats de 17 975 premières lactations contrôlées de 1958 à 1967 dans 3 218 étables du centre de la France et pour lesquelles la date du 2<sup>e</sup> vêlage était connue, ont été analysées. Les variables étudiées étaient :

Les quantités de lait et de matières grasses pour la lactation totale (LT, MGT) et de référence (LR, MGR).

La quantité de lait par jour de lactation (L/DL) et par jour entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> vêlage (L/IV) ; les durées de lactation (DL), de tarissement (DT) et d'intervalle entre 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> vêlage (IV).

L'âge au 1<sup>er</sup> vêlage (Age).

Le taux butyreux par lactation (TBT).

La classe d'étable (CL).

La moyenne (Moy), l'écart-type (S), le coefficient de variation (CV), la part de la variance due à l'étable (E) et les corrélations entre et intra-étables sont donnés dans le tableau I. La part de variance due à l'étable est élevée (25-32 p. 100) pour les caractéristiques de production, moyenne (16-19 p. 100) pour le taux butyreux et les durées de lactation et de tarissement, faible (3-7 p. 100) pour l'âge et l'intervalle entre vêlages.

Les variables de production sont, en moyenne, très liées entre elles et assez liées avec la durée de lactation. La durée de lactation est liée négativement à la durée de tarissement et positivement avec l'intervalle entre vêlages.

La classe d'étable est très liée avec les critères principaux de production, moyennement avec la durée et peu avec les autres critères. On en conclut que le système actuel d'indexation laitière est satisfaisant. Il pourrait cependant être complété par une classe de taux butyreux et peut-être une classe de durée. Sauf interaction élevée entre troupeaux et années, il vaut mieux faire intervenir indirectement l'intervalle entre vêlages par sa liaison avec la durée de lactation plutôt que directement.

---

#### INTRODUCTION

Presque tous les systèmes actuels d'indexation laitière des reproducteurs mâles et femelles font intervenir une correction par rapport au niveau moyen des étables dans lesquelles ont été enregistrées les performances de leurs filles pour les mâles,

du sujet lui-même pour les femelles. Cette correction se fait, en France, en deux étapes :

D'abord les étables sont réparties chaque année en 6 groupes d'après leur production moyenne de lait pour les lactations de tout rang terminées au cours de l'année considérée et corrigées pour ce rang par des facteurs multiplicatifs. Le numéro du groupe est appelé la classe des étables appartenant à ce groupe.

Ensuite, les performances sont exprimées en déviation à la moyenne des résultats pour la même classe d'étable et le même numéro de lactation. Dans cette dernière opération seules les premières lactations sont prises en considération pour le calcul des index des reproducteurs mâles (POLY *et al.*, 1965 ; FLAMANT *et al.*, 1966).

Il est important de vérifier périodiquement l'efficacité globale de ce système qui laisse subsister des causes d'erreur de 4 types :

- Variations de niveau entre étables d'une même classe.
- Classements différents suivant le numéro de lactation ou le critère envisagé.
- Accessoirement variations de classe suivant les années.

Il nous a paru utile d'introduire dans cette étude, outre les critères habituels de sélection, un indice d'aptitude à la reproduction : intervalle entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> vêlage, et un critère de nature économique : production par jour pendant cet intervalle.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'échantillon comprend toutes les premières lactations contrôlées de 1958 à 1967 dans les syndicats de l'Aube, du Loiret et de l'Yonne, sous réserve que la date de la 2<sup>e</sup> mise bas fût connue. Les 17 975 données retenues avaient été enregistrées dans 3 218 étables et correspondaient à des animaux de race *frisonne* (54 p. 100), *normande* (37 p. 100) et *brune des Alpes* (9 p. 100). Le modèle utilisé pour estimer les composantes des variances et covariances était, compte tenu de la classification hiérarchique déséquilibrée des facteurs considérés :

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + B_{ij} + A_{ijk}$$

avec  $\mu$  : moyenne du caractère considéré  
 $R_i$  : effet race  
 $B_{ij}$  : effet étable intra-race  
 $A_{ijk}$  : effet animal intra-étable, intra-race.

Les critères de production analysés comprennent :

- les quantités de lait et de matière grasse par lactation (LT, MGT) ou en 305 jours (LR, MGR) ;
- les quantités de lait par jour de lactation (L/DL) et par jour d'intervalle de vêlage (L/IV).

Les critères de durée sont :

- la durée de lactation (DL) ou de tarissement (DT) et l'intervalle entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> vêlage (IV).

L'âge au 1<sup>er</sup> vêlage (Age), le taux butyreux (TBT) et la classe d'étable (CL) ont également été incorporés dans l'analyse.

Nous avons reporté pour chaque critère dans le tableau 1, la moyenne, l'écart-type, le coefficient de variation, la part de la variance due à des différences entre étables à l'intérieur d'une même race et les coefficients de corrélation intra étables et entre étables intra-race avec les autres critères.

TABLEAU I

Var	Moy.	S	CV	E %	Coefficients de corrélation entre étables												
					LT	LR	MGT	MGR	L/DL	L/IV	DL	IV	DT	TBT	Age	CL	
LT	3 350	960	0,286	26		0,99	0,98	0,97	0,88	0,97	0,58	0,41			0,17	-0,05	0,98
LR	3 200	850	0,265	30	0,95		0,96	0,98	0,93	0,98	0,50	0,02			0,14	-0,05	0,97
MGT	121	37	0,305	28	0,95	0,89		0,99	0,82	0,94	0,61	0,13			0,36	-0,07	0,94
MGR	116	32	0,275	32	0,89	0,93	0,94		0,89	0,94	0,52	0,04			0,35	-0,07	0,94
L/DL	11,7	2,6	0,222	26	0,65	0,71	0,58	0,64		0,93	0,07	-0,24			0,00	-0,05	0,93
L/IV	8,75	2,4	0,274	30	0,83	0,91	0,76	0,85	0,72		0,47	-0,13			0,14	-0,07	0,94
DL	292	59	0,202	19	0,73	0,58	0,74	0,57	0,06	0,40		0,49			0,29	-0,02	0,47
IV	382	59	0,154	7	0,40	0,21	0,41	0,19	0,00	-0,14	0,62			0,12	0,13	0,11	0,13
DT	90	53	0,588	19	-0,34	-0,40	-0,34	-0,41	-0,06	-0,61	-0,39	0,48			-0,24	0,09	-0,44
TBT	36,8	3,2	0,081	16	-0,08	-0,11	0,21	0,21	0,17	-0,11	0,08	0,03				-0,08	0,12
Age	2,85	0,34	0,119	3	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,03	0,00			0,03		-0,10
CL	3,5	1,1	0,314	80	0,28	0,26	0,25	0,26	0,19	0,24	0,15	0,06			0,00	-0,03	

Coefficients de corrélation intra-étables

*Légende* : Variable (Var) ; Lait par lactation (LT) et en 305 jours (LR) ; Lait par jour de lactation (L/DL) et par jour entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> vêlage (L/IV) ; Matière grasse par lactation (MGT) et en 305 jours (MGR) ; Durée de lactation (DL) ; Intervalle entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> vêlage (IV) ; Durée de tarissement (DT) ; Taux butyreux par lactation (TBT) ; Age au 1<sup>er</sup> vêlage (Age) ; Classe d'étable (CL).

*Unités* : kg pour les quantités, jours pour les durées, g % pour le taux, années pour l'âge. Moyenne du critère (Moy) ; Écart-type (S) ; Coefficient de variation (CV) ; Part de la variance due à l'étable intra-race (E %) ; Coefficients de corrélation entre étables intra-race (au-dessus de la diagonale) et entre animaux intra-étable (au-dessous de la diagonale). Degrés de liberté : 2 pour les races, 3215 pour les étables, 14757 pour les animaux.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

A. — *Critères de production*

D'après les résultats du tableau 1, les quantités de lait et de matière grasse, quelle que soit la manière de les exprimer, forment un ensemble homogène. Il existe cependant quelques différences, en particulier pour la production de lait par jour de lactation.

Les coefficients de variations sont élevés, de l'ordre de 25 p. 100. Les productions en 305 jours ou par jour de lactation ou d'intervalle entre vêlages sont un peu moins dispersées.

Les différences entre étables expliquent une large part de la variance, de 26 à 32 p. 100. Cela justifie une correction sur le niveau de l'étable pour les critères envisagés. Cette correction est opérée de façon satisfaisante par le système des classes, puisque la corrélation entre étables de la même classe avec un quelconque des critères étudiés ici dépasse toujours 0,90.

En fait, classe et production moyenne de lait en 1<sup>re</sup> lactation ont pratiquement la même signification car elles apparaissent très liées entre elles ( $r = 0,98$ ) et liées à toutes les autres variables de l'étude avec une intensité très voisine. Ceci tend à montrer qu'une interaction « étable  $\times$  n° de lactation » élevée est peu probable et donc que cette cause d'erreur intervient peu dans la précision du calcul des index.

Nos données ne nous permettaient pas d'estimer l'interaction étables-années avec une précision suffisante. Une estimation de cette interaction est possible, pour la production de lait, si l'on admet qu'elle explique la variation résiduelle intra-étable du n° de classe. La valeur trouvée est alors au plus égale à 25 p. 100 de la variance des différences entre étables, soit ici 6 à 8 p. 100. Par une étude directe sur la production des brebis *Lacaune*, ROMER *et al.* (1969) ont effectivement trouvé une valeur du même ordre de grandeur que la nôtre (7 p. 100).

Au niveau de l'étable, les critères de production sont tous très liés entre eux ( $r > 0,90$ ). Chacun d'entre eux pouvant ainsi servir d'indicateur pour tous les autres, l'existence de différences importantes dans le classement des étables suivant le caractère envisagé semble peu vraisemblable. La classe, qui est établie sur la quantité de lait, peut alors servir pour tous les critères. Cependant, la production de lait par jour de lactation est plus indépendante ( $0,82 \leq r \leq 0,93$ ). Ce phénomène est encore plus net entre animaux d'une même étable. Les coefficients de corrélation intra-étables sont tous plus faibles qu'entre étables mais diminuent surtout dans le cas de la production par jour de lactation.

B. — *Critères de durée*

Les 3 durées ont à peu près la même dispersion mesurée en écart-type ( $s \simeq 2$  mois) les coefficients de variation étant eux très différents. La part de la variance due aux différences entre étables est de 19 p. 100 pour les durées de lactation et de tarissement mais seulement de 7 p. 100 pour l'intervalle entre vêlages. Sauf interaction étables-années élevée, il semble donc que l'intervalle entre vêlages dépende peu de facteurs communs aux animaux d'un même troupeau.

Entre étables, les critères de production sont assez liés à la durée de lactation et de tarissement et peu avec l'intervalle. La production par jour de lactation est presque indépendante de la durée de lactation. Elle est la seule avec la production par jour d'intervalle entre vêlages à varier en sens inverse de l'intervalle entre vêlages, la liaison étant d'ailleurs peu étroite. La correction sur la classe d'étable est donc assez efficace pour les durées de lactation et de tarissement mais peu pour l'intervalle.

Entre étables, les durées de lactation et de tarissement sont en opposition nette ( $r = -0,81$ ) ce qui explique que la somme algébrique de leurs coefficients de corrélation avec les autres variables soit à peu près nulle. L'opposition devient moins forte intra-étable. Durée de lactation et intervalle entre vêlages évoluent dans le même sens entre- et intra-étables ( $r = 0,49$  ;  $r = 0,62$ ). L'association de la durée de tarissement avec l'intervalle est moins prononcée ( $r = 0,12$  ;  $r = 0,48$ ).

Il est intéressant de connaître les répercussions sur les durées d'une augmentation du niveau moyen par troupeau de la production. Si le n° de classe augmente de 1, la quantité de lait est accrue de + 470 kg, la durée de lactation de 13 jours et l'intervalle entre vêlages de 3 jours, par contre la durée de tarissement diminue de 10 jours. Les meilleures étables sont donc essentiellement celles où cette période est réduite. Cependant, le raccourcissement de la période sèche ne peut dépasser une certaine limite, aussi est-il possible que d'autres résultats soient obtenus sur des échantillons d'animaux différents des nôtres. Même pour nos données, l'allongement de l'intervalle entre vêlages avec le niveau de production n'est pas négligeable. Entre classes extrêmes, il y a 18 jours d'écart sur l'intervalle, soit presque la durée d'un cycle œstral, pour, il est vrai, une différence de 2 800 kg en production.

### C. — Age et taux butyreux

Pour l'âge au 1<sup>er</sup> vêlage, la part de la variance due à l'étable est très faible (3 p. 100). Au niveau de l'étable, il est en opposition faible avec la plupart des autres variables, ce qui traduit vraisemblablement la tendance des meilleures étables à réaliser des vêlages précoces. A l'intérieur des troupeaux, on retrouve une faible association positive ( $r = 0,15$ ) entre production et âge. Entre étables, la corrélation avec la classe est négative et peu élevée ( $r = -0,08$ ).

La part de la variance du taux butyreux, due à des différences entre étables (16 p. 100) se compare à celle obtenue pour les durées. Les liaisons avec les autres critères sont variables mais positives, sauf pour la durée de tarissement ( $r = -0,24$ ), entre étables. A l'intérieur de l'étable, on retrouve une association positive ( $r = 0,21$ ) avec les quantités de matière grasse et négative avec les quantités totales de lait par lactation ( $r = -0,08$ ) et en 305 jours ( $r = -0,11$ ). Enfin, la corrélation, au niveau de l'étable, avec la classe d'étable est peu élevée ( $r = 0,12$ ).

### CONCLUSION

L'influence des facteurs permanents spécifiques d'une étable est forte sur les critères principaux de production, moyenne pour le taux butyreux et la durée de lactation ou de tarissement, faible pour l'intervalle entre vêlage et l'âge au vêlage. Cette influence joue dans un sens économiquement favorable sur tous les critères,

sauf l'intervalle entre vêlages. Elle se traduit de façon semblable sur les principaux critères de production étudiés qui forment un groupe très homogène, avec cependant quelques réserves pour la production par jour de lactation.

Le système des classes d'étables fonctionne d'une manière satisfaisante pour les principaux critères de production et assez satisfaisante pour les durées de lactation et de tarissement. Une classe spéciale pour le taux butyreux, peut-être aussi pour la durée, semblerait utile à introduire. Pour l'intervalle entre vêlages, il paraît indiqué d'en tenir compte indirectement à partir de la durée de lactation à laquelle il est lié, plutôt que directement. Cette dernière conclusion étant basée sur la faible part de la variance due à l'étable, il conviendrait d'estimer l'importance de l'interaction étables-années pour ce caractère.

*Reçu pour publication en février 1973.*

## SUMMARY

### STUDIES ON DAIRY CATTLE PRODUCTION

#### I. — NOTE ON CORRECTION FOR HERD-LEVEL

The results are analyzed of 17 975 first lactation records from 3 218 herds in the center of France from 1958 to 1967 for which date of second calving was known. The average, standard deviation, coefficient of variation, amount of variance due to herd and also inter and intra-herd correlations are estimated for each of the 12 variables studied : milk and fat yields, for total lactation and reference lactation ; milk yield per day of lactation and per day between first and second calving ; lengths of lactation and dry period ; interval between first and second calving ; age at first calving ; fat content per lactation ; class of herd milk-level (herds are distributed in 6 classes according to their level of milk production).

The amount of variance due to herd is high (25-32 p. 100) for the yields. All yield measurements are very closely interrelated and also highly correlated with the class of herd milk level, justifying the present correction for herd level in estimating the breeding values for these traits (productions is then expressed as a deviation from the contemporary mean in the same class of herd milk level).

The influence of herd, is average (16-19 p. 100 of the variance) for fat content and length of lactation and dry period, but only the last two traits are sufficiently inter-related and, especially for lactation length, correlated with the yields and with the class of herd milk level that they can be reasonably corrected for the herd effect by the present system of milk indexing. The system might be completed by introducing specific herd level classes to eliminate herd effect on fat content and perhaps also on length of lactation.

The amount of variance due to herd is low (3-7 p. 100) for age at first calving and calving interval.

These variables are little correlated with the class of herd milk level. Then the present correction of herd effect, and even a direct one would be of little value for these traits. Nevertheless, unless there are large interactions between herds and years, it is better to make an indirect correction of calving interval through its relationship with length of lactation rather than a direct correction.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FLAMANT J. C., POLY J., POUTOUS M., 1966. Calcul des index génotypiques des béliers utilisés dans la zone de Roquefort. *IXth int. Cong. Anim. Prod. Edimburgh.*
- POLY J., POUTOUS M., FREBLING J., 1965. Méthode de calcul d'index de production laitière. *Bull. Techn. Inf.*, 205, 957-963.
- ROMER J., FLAMANT J. C., POUTOUS M., 1969. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. V. Estimation des effets troupeaux et années, et des interactions troupeaux-années. *Ann. Génét. Sél. anim.*, 1, 79-91.