

ÉTUDES SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE DES BOVINS

II. — INTÉRÊT DES LACTATIONS PARTIELLES POUR LA SÉLECTION.

b) RELATIONS ENTRE PRODUCTIONS PARTIELLES, AU DERNIER CONTRÔLE, ET TOTALES

J.-C. MOCQUOT et T. AURAN*

avec la collaboration technique de Michèle BRIEND

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

** Institut de Génétique animale,
Université agricole de Norvège,
AS-NLH (Norvège)*

RÉSUMÉ

Dans le but de définir une méthode simple et efficace de prévision de la production totale par lactation à partir de résultats partiels nous avons analysé de ce point de vue un échantillon de 32 540 premières lactations en cours le 1^{er} juillet 1972 et terminées pendant l'année suivante.

— Dans une première partie nous avons étudié, pour différentes classes de durée partielle au 1-07-72, les relations statistiques existant entre les productions partielles cumulées à cette date, la production enregistrée au dernier contrôle mensuel, et la production totale de lait non corrigée pour la durée de lactation d'une part, la production restant à réaliser d'autre part. Il semble que si la production partielle cumulée est, notamment quand sa durée augmente, la variable la plus étroitement liée à la production totale, cela soit principalement dû à la part de liaison obligatoire entre ces deux variables. Le restant de la variation de la production totale ou bien les variations de la production restant à réaliser sont par contre davantage liées aux variations de la production au dernier contrôle connu, qu'aux variations de la production partielle cumulée.

— Dans une deuxième partie nous avons tiré profit de cette dernière constatation pour proposer une méthode simple et originale de prévision de la production restant à réaliser à savoir : multiplication de la production au dernier contrôle par un coefficient fonction du stade de lactation. L'efficacité de cette prévision a été comparée à celle des méthodes classiques : facteurs multiplicatifs de la production partielle, régression multiple sur les 3 variables prédictrices connues et régression simple sur le dernier contrôle. La méthode proposée est d'une efficacité statistique toujours très supérieure à la méthode multiplicative de la production partielle et presque équivalente à celle des méthodes de régression. Elle présente en outre l'avantage d'être d'une application plus simple et de fournir des estimées dont les moyennes et variances sont les plus concordantes avec les productions réalisées. Dans tous les cas il semble pratiquement impossible de prévoir avec une précision suffisante une production totale par lactation non corrigée pour sa durée.

INTRODUCTION

Le choix d'une méthode de prévision de la production totale par lactation à partir des résultats partiels est guidé par la précision des différentes méthodes mais il ne peut intervenir sans prendre également en considération les implications pratiques, au niveau du calcul automatique, de l'application de ces méthodes. S'il s'agit d'estimer des productions individuelles de vaches il est nécessaire d'obtenir des estimées exactes, c'est-à-dire sans biais et de variance égale à celle des productions réelles. Si cette extrapolation a pour objectif de permettre une estimation précoce plus précise des reproducteurs mâles sur descendance, on recherchera surtout des estimées très corrélées avec le critère final de sélection, les biais systématiques éventuels pouvant être éliminés par une comparaison aux contemporaines. La principale qualité de la méthode devra être, dans ce cas, de ne pas trop alourdir, ni modifier, le système actuel d'indexation. Elle devra même s'y intégrer dans la mesure où on ne souhaite pas changer le mode d'expression définitive de ces index à partir des lactations terminées.

Les auteurs du présent article ont conclu d'une analyse de la littérature (AURAN, MOCQUOT, 1974) qu'on pouvait espérer une estimation assez précise de la production totale à partir des résultats partiels cumulés et de la production enregistrée lors du dernier contrôle connu. Ces variables sont effectivement disponibles en France pour toute femelle contrôlée en lactation et nous nous proposons dans cet article d'analyser de façon détaillée les relations statistiques existant entre ces variables pour en déduire différentes équations de prévision de la production totale dont nous comparerons et discuterons l'efficacité, compte tenu des objectifs poursuivis.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Constitution de l'échantillon de travail

En France, le calcul des index laitiers des taureaux est actuellement effectué deux fois par an à partir des lactations de leurs filles terminées au 1-01 et au 1-07. Le fichier utilisé comporte à ces dates non seulement les productions totales de toutes les femelles ayant terminé une lactation au cours de semestre précédent, mais également les productions partielles cumulées de toutes les femelles en lactation ainsi que les productions enregistrées pour chacune d'elles lors du dernier contrôle laitier connu. A partir des états au 1-07-72, 1-01-73 et 1-07-73 de ce fichier global de contrôle laitier nous avons extrait 32 540 premières lactations en cours le 1-07-72 et terminées pendant l'année suivante, c'est-à-dire avant le 1-07-73.

Trois races étaient représentées : *Française Frisonne* (63 p. 100 des données), *Normande* (20 p. 100) et *Montbéliarde* (17 p. 100). Pour toutes ces vaches le père était connu et les teneurs en matière azotée et en matière grasse contrôlées. Le fichier ainsi constitué comportait donc pour chaque animal, outre les critères de productions partielles et totales, les critères classiques d'identification (race, père, syndicat, étable) ainsi que l'âge au premier vêlage.

Dans cette première étude, seules les productions de lait partielles et totales, sans correction pour la durée de lactation, ont été considérées.

Les données ont été regroupées par classes de durée de lactation partielle, indépendamment des races qui ne présentaient pas, pour notre échantillon, de différences notables de comportement. Ce mode de constitution des échantillons appelle dès à présent deux remarques essentielles :

— Les données relatives à une même classe de durée partielle correspondent également à un même mois de vêlage avec son effet propre ;

— Plus les classes de durée partielle sont élevées, plus nous avons affaire à des échantillons sélectionnés de lactations totales, c'est-à-dire comprenant des lactations de moins en moins courtes puisque la durée totale est au moins égale à la durée partielle considérée.

Méthodes d'analyse

L'étude des relations entre la production totale (LT) et les différentes variables prédictrices (lactation partielle (LP) ; Production au dernier contrôle (DC) ; et durée de lactation partielle (DP)) a été conduite intra-classe de durée partielle par estimation des coefficients de corrélation et régression simples, partiels et multiples.

Diverses équations de prédiction de la production totale ont ensuite été étudiées, dont les plus importantes sont décrites et comparées ci-après :

$$\begin{aligned}\widehat{LT}_1 &= K \cdot LP \\ \widehat{LT}_2 &= LP + kDC \\ \widehat{LT}_3 &= \overline{LT} + b_1(LP - \overline{LP}) + b_2(DC - \overline{DC}) + b_3(DP - \overline{DP}) \\ \widehat{LT}_4 &= LP + (\overline{LT} - \overline{LP}) + b_4(DC - \overline{DC})\end{aligned}$$

Pour les deux premières estimations, K et k représentent des facteurs multiplicatifs de la production partielle et de la production au dernier contrôle respectivement pour tenter de prévoir la production totale dans le premier cas, le reste de la lactation dans le second. Elles ne font donc intervenir qu'un seul coefficient pour une estimation de la production totale à partir d'une ou deux variables connues.

Les deux autres équations correspondent à des estimations de la production totale par régression linéaire multiple sur les trois variables prédictrices d'une part, de la production restant à réaliser par régression simple sur le dernier contrôle d'autre part. Toutes deux impliquent le calcul des coefficients et des moyennes relatifs aux variables connues utilisées dans la prédiction ; respectivement au nombre de 3 et 2 pour les moyennes et de 3 et 1 pour les coefficients.

Ces deux équations nécessitent en outre l'introduction *a priori* d'une moyenne générale des productions totales puisque cette donnée ne peut être estimée, au moment du calcul, sur l'échantillon traité.

Chacun de ces coefficients a été estimé pour chaque échantillon constitué par les classes de durée partielle, et les équations de prédiction moyenne ainsi obtenues ont été appliquées aux données individuelles de ces mêmes échantillons.

L'efficacité comparée de chacune de ces méthodes de prévision a été appréciée par la confrontation des moyennes et variances des erreurs absolues et réelles observées, par le calcul des corrélations entre les valeurs estimées et la valeur réelle de la production totale ainsi que par la comparaison des variances de ces différentes productions.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. — Paramètres de l'échantillon

Nous avons fait figurer au tableau 1 les moyennes et écarts-types des différentes variables de production laitière, pour chaque classe de durée partielle.

Ces chiffres traduisent l'effet confondu de la classe de durée partielle avec le mois de vêlage, ainsi que le tri de plus en plus grand des lactations quand le numéro d'ordre de la classe augmente. En particulier les valeurs de production laitière au dernier contrôle demeurent élevées pour cette dernière raison.

Une telle situation ne présente pas d'inconvénients majeurs pour l'établissement de formules d'extrapolation des productions partielles dans la mesure où ces équations doivent être appliquées dans des conditions semblables, à la même date notam-

TABLEAU I

Effectifs, moyennes et écarts-types des différents critères de production laitière pour différentes classes de durée de lactation partielle

Classe de durée partielle	Intervalle de durée partielle (jours)	Effectifs	Production totale (kg)		Production partielle (kg)		Reste de la lactation (kg)		Dernier contrôle (kg)		Durée totale (j)		Durée partielle (j)	
			\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
1	≤ 30	1 889	3 388	748	330	125	3 058	705	16,4	3,3	277,7	20,1	6,3	
2	31-61	3 544	3 555	759	735	204	2 819	657	16,1	3,3	287,5	46,3	8,9	
3	62-92	3 792	3 787	792	1 197	272	2 591	615	15,4	3,2	302,1	76,5	8,8	
4	93-123	2 811	4 043	845	1 629	352	2 414	596	14,7	3,1	321,1	106,9	8,9	
5	124-154	2 558	4 125	960	2 052	422	2 074	683	14,0	3,0	326,2	139,7	9,0	
6	155-185	3 922	3 966	1 009	2 402	497	1 564	683	13,3	3,0	311,4	171,1	8,9	
7	186-216	5 578	3 880	978	2 725	571	1 155	581	12,8	3,0	305,7	201,3	8,8	
8	217-247	4 498	3 786	958	2 960	619	827	516	12,0	3,0	308,3	230,6	8,8	
9	248-278	2 034	3 706	950	3 155	675	552	476	11,0	3,0	315,0	260,5	8,7	
10	279-309	941	3 836	943	3 414	734	422	449	11,1	2,9	336,1	291,9	8,8	
11	310-340	488	4 105	982	3 710	755	395	432	9,4	2,8	367,7	324,0	8,8	
12	≥ 341	553	5 019	1 282	4 600	1 085	419	455	9,1	2,9	449,7	400,6	58,5	

ment, chaque année. D'un point de vue théorique la valeur des relations entre productions partielles et productions totales est sans doute affectée par cet état de fait ce qui réduit la portée générale des résultats observés.

2. — Relations entre variables

Un certain nombre des variables considérées présentent des liaisons systématiques, notamment les productions partielles et totales sont d'autant plus liées que la durée de lactation partielle est grande. A un degré moindre la production au dernier contrôle est incluse dans les estimations de la production partielle d'une part, de la production totale d'autre part, donc liée de façon systématique à ces deux variables. Seule la production restant à réaliser, qui constitue la véritable variable à prédire, est libre de ces liaisons obligatoires tant avec la production partielle qu'avec la production au dernier contrôle.

Les valeurs observées, pour chaque classe de durée partielle, des coefficients de corrélation simples, partiels et multiples entre les variables prédictrices et la variable à prédire sont représentés graphiquement sur la figure 1 pour la production restant à réaliser et sur la figure 2 pour la production totale.

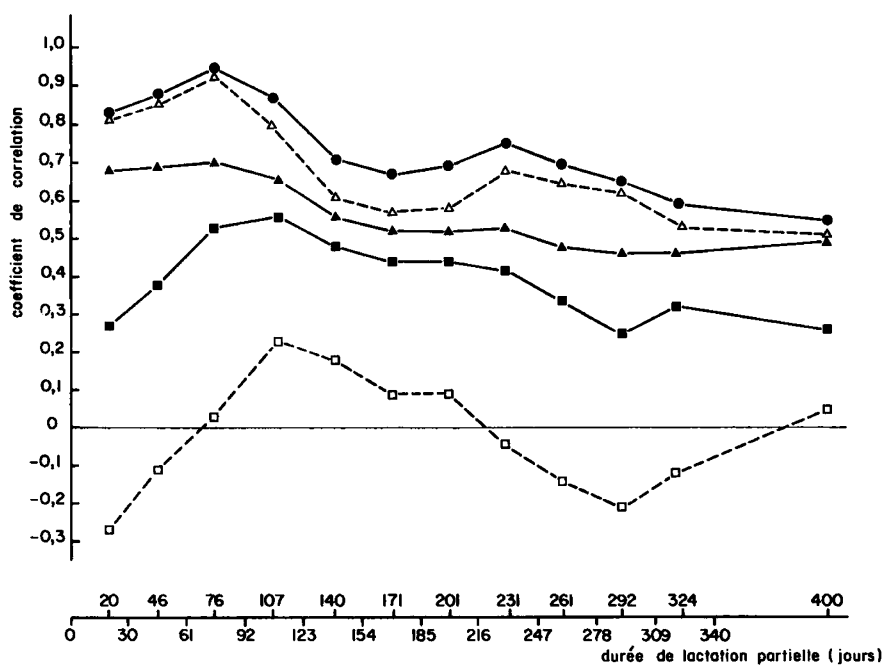


FIG. 1. — Évolution, avec la durée de lactation partielle, des coefficients de corrélation simples, partiels et multiples, entre la production restant à réaliser (RL) et la production partielle cumulée (LP) d'une part, la production au dernier contrôle (DC) d'autre part

- ▲ ——— ▲ R (RL, DC)
- △ ——— △ R (RL, DC) à production partielle (LP) constante
- ——— ■ R (RL, LP)
- ——— □ R (RL, LP) à dernier contrôle (DC) constant
- ——— ● R (RL, LP, DC)

L'examen de ces graphiques permet de rendre compte de l'incidence des liaisons systématiques déjà mentionnées. En effet, quand la durée partielle augmente, les coefficients de corrélation de la production partielle avec la production totale tendent vers l'unité alors qu'ils sont pratiquement stables, voire décroissants, avec la production restant à réaliser. Par ailleurs, les variations de chacun des deux critères à prédire semblent davantage imputables aux variations du dernier contrôle qu'aux variations non systématiques de la production partielle ; ces dernières semblent d'ailleurs intervenir essentiellement par l'intermédiaire de leur propre liaison avec les variations de production au dernier contrôle.

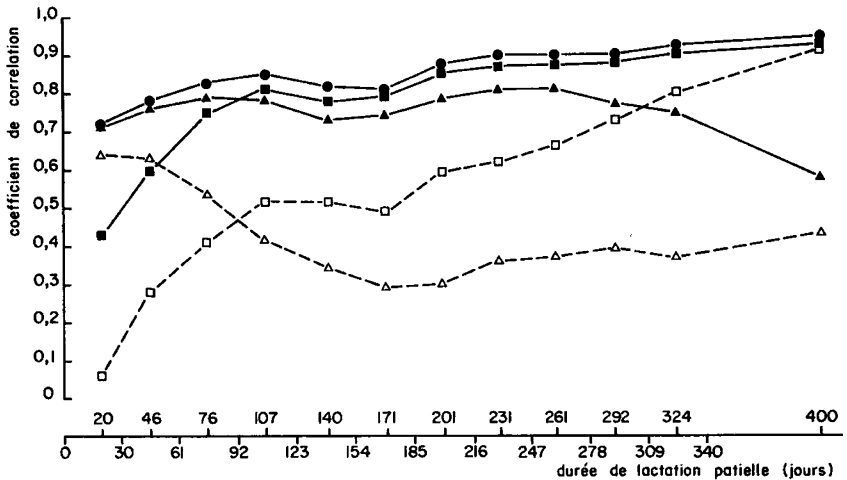


FIG. 2. — Évolution, avec la durée de lactation partielle, des coefficients de corrélation simples, partiels et multiples, entre la production totale (LT) et la production partielle (LP) d'une part, la production au dernier contrôle (DC) d'autre part

- ▲—▲ R (LT, DC)
- △---△ R (LT, DC) à production partielle (LP) constante
- R (LT, LP)
- R (LT, LP) à dernier contrôle (DC) constant
- R (LT, LP, DC)

L'examen des corrélations partielles confirme cette constatation. En effet, si on fixe la valeur du dernier contrôle, la liaison de la production partielle avec le reste de la lactation devient pratiquement nulle et celle avec la production totale ne comporte plus que la part obligatoire de liaison avec cette variable. Inversement, à lactation partielle constante, la liaison du dernier contrôle avec la production restant à réaliser est proche de la corrélation multiple, et celle avec la production totale ne s'annule pas mais reste voisine de 0,3-0,4.

En terme de valeur absolue des coefficients de corrélation les variables prédictives, LP et DC, sont toujours plus étroitement liées à la production totale qu'au reste de la lactation. En particulier, production partielle et production totale présentent un coefficient de corrélation supérieur à 0,8 dès le 4^e mois. Les valeurs nettement plus faibles observées pour les productions partielles des trois premières classes traduisent l'incidence des durées variables, intra-classe, sur ces productions cumulées de courte

durée ; variations qui n'affectent pas les liaisons avec la production au dernier contrôle.

En définitive, il semble que, si la production partielle cumulée permet, compte tenu de sa durée, de prévoir simplement ce que sera en moyenne la production totale, les variations de cette production soient d'avantage liées aux variations de la production au dernier contrôle. Ces résultats confirment l'intérêt majeur de cette dernière variable pour la prédiction de la lactation restant à réaliser, notamment lorsque la production partielle est connue, et ils semblent traduire en fait l'existence de différences sensibles dans la forme des courbes de lactation.

3. — Comparaison des différentes équations de prédiction

3. I. Valeurs des coefficients.

Nous avons fait figurer aux tableaux 2 et 3 les valeurs observées des différents coefficients pour chaque classe de durée partielle. Les facteurs multiplicatifs K et k ont été estimés par la moyenne des valeurs individuelles du rapport : production à prévoir/production connue et non par le rapport des moyennes de ces productions.

TABLEAU 2

Valeurs observées, pour chaque classe de durée partielle, des coefficients multiplicatifs de la lactation partielle à la lactation totale (K), de la production au dernier contrôle à la production restant à réaliser (k) et du coefficient de régression (b_4) de ces deux dernières variables

Classe de durée partielle	K	k	b_4
1	11,70	186,6	146,7
2	5,05	175,4	136,6
3	3,22	167,9	133,6
4	2,51	163,8	125,7
5	2,02	148,1	125,9
6	1,65	118,1	118,4
7	1,42	90,3	99,8
8	1,28	68,8	90,3
9	1,17	50,0	77,2
10	1,12	41,9	70,1
11	1,10	42,0	72,0
12	1,09	46,2	77,2

L'examen du tableau 2 fait apparaître une variation relative très importante du coefficient multiplicatif de la production partielle (de 1 à 11), particulièrement pour les durées partielles courtes, si bien que l'application d'un coefficient moyen aux données individuelles de ces classes risque d'entraîner des erreurs d'estimation importantes.

La variation relative du coefficient multiplicatif de la production au dernier contrôle est plus faible (de 1 à 5), celle des coefficients de régression sur ces deux variables plus réduite encore (de l'ordre de 1 à 2).

TALBEAU 3

Valeurs observées, pour chaque classe de durée partielle, des coefficients de régression partielle de la production totale sur la production partielle (b_1), sur la production au dernier contrôle (b_2) et sur la durée de lactation partielle (b_3)

Classe de durée partielle	b_1	b_2	b_3
1	154,7	0,377	— 2,13
2	111,6	1,593	— 15,74
3	97,2	1,555	— 13,16
4	78,0	1,520	— 11,64
5	64,1	1,546	— 19,16
6	73,2	1,315	— 18,05
7	71,9	1,172	— 12,17
8	82,3	1,035	— 8,65
9	89,3	0,932	— 4,95
10	89,9	0,892	1,31
11	74,8	0,987	1,38
12	83,7	0,974	0,93

3. 2. Efficacité comparée des différentes estimations.

Les différentes méthodes d'extrapolation des productions partielles peuvent être appréciées par divers critères d'efficacité selon que l'objectif est une estimation précoce de la production probable des vaches prises individuellement où bien que l'on souhaite simplement utiliser ces données pour une estimation précoce de la valeur génétique de ces individus, mâles ou femelles. Dans le premier cas il convient d'abord de fournir aux éleveurs des estimations non biaisées et de variance comparable aux productions réelles réalisées, ensuite de minimiser les risques d'erreur donc la variance de ces erreurs. Dans le second cas on opère le plus souvent par comparaison à des performances d'animaux contemporains si bien qu'une part importante d'erreurs systématiques éventuelles peut être éliminée. La variance d'erreur, critère de précision statistique de la méthode, ou la concordance des variances des estimées et des productions réelles sont également importantes à considérer dans ce cas, mais vis-à-vis de la sélection le critère d'efficacité essentiel est l'obtention d'une corrélation génétique la plus élevée possible entre la production estimée et le caractère que l'on cherche à améliorer.

Pour chacune des équations étudiées nous avons fait figurer au tableau 4 les erreurs réelles et absolues moyennes observées, au tableau 5 l'écart-type de ces erreurs et au tableau 6 les écarts-types des différentes estimations et des productions réelles. Il est important de faire remarquer dès à présent que toutes les valeurs citées ici représentent probablement des valeurs minimales du fait de leur calcul sur les données mêmes de l'échantillon ayant servi à l'estimation des coefficients. En particulier, les erreurs moyennes non nulles observées pour les estimations par facteurs multiplicatifs dérivent du mode de calcul de ces facteurs à savoir : moyenne des rapports et non rapport des moyennes, solution qui aurait inévitablement conduit pour chaque

classe à une erreur réelle moyenne nulle. Les chiffres obtenus permettent cependant de comparer les méthodes entre elles ainsi que leur homogénéité d'efficacité vis-à-vis des classes de durée partielle qui traduisent un ensemble d'effets confondus.

3. 21. Variance et moyennes des erreurs absolues et réelles.

Quel que soit le critère d'efficacité considéré, la méthode multiplicative classique, à partir de la lactation partielle, apparaît comme la moins bonne, notamment pour les lactations partielles de courte durée. Nous avons tenté de l'améliorer en introduisant une correction additive par régression sur l'écart entre la production au dernier contrôle et une valeur estimée de cette variable tenant compte de la production partielle et de sa durée. Cette correction, qui avait pour but de prendre en considération les différentes formes possibles de courbe de lactation, ne s'est pas révélée efficace face aux erreurs importantes introduites par la méthode.

TABLEAU 4

*Moyennes, pour chaque classe de durée partielle,
des erreurs réelles et absolues observées (en kg)
pour chacune des méthodes de prévision de la production laitière totale*

Classe de durée partielle	Méthodes de prévision { erreur réelle erreur absolue			
	1	2	3	4
1	— 463,5 1 151	— 0,82 420	0,34 403	1,22 407
2	— 151,4 683	0,25 385	2,59 366	4,09 370
3	— 66,5 477	— 0,61 355	— 2,12 340	— 4,82 347
4	— 46,3 418	— 1,09 354	— 3,92 337	— 5,61 344
5	— 19,3 485	0,63 447	1,18 431	— 0,04 4,45
6	2,4 496	— 0,76 471	3,50 451	5,98 470
7	10,8 371	0,42 356	0,95 344	1,36 356
8	— 2,1 327	— 0,10 299	— 1,10 291	— 1,84 297
9	15,7 299	0,49 281	— 2,41 277	— 2,30 279
10	12,6 283	— 0,24 261	1,32 259	1,42 262
11	23,6 280	0,33 260	0,77 254	0,53 256
12	4,7 295	0,10 266	3,37 261	2,70 262
Toutes classes	— 52,8 475	— 0,14 365	0,12 352	0,12 360

TABLEAU 5

Écart-types des erreurs observées pour chacune des méthodes de prévision (kg)

Classe de durée partielle	Méthodes de prévision			
	1	2	3	4
1	1 332	538	513	519
2	837	492	470	475
3	594	454	434	440
4	533	466	441	451
5	609	571	546	567
6	618	589	570	589
7	521	496	485	496
8	470	441	430	436
9	450	425	414	418
10	435	408	396	400
11	414	392	383	383
12	439	406	394	396
Toutes classes	658	493	475	486

TABLEAU 6

Écart-types (en kg) des productions totales par lactation réelles et estimées par les différentes méthodes

Classe de durée partielle	Production réelle	\widehat{LT}_1	\widehat{LT}_2	\widehat{LT}_3	\widehat{LT}_4
1	748	1 465	694	539	564
2	759	1 030	725	596	600
3	792	874	761	663	655
4	845	883	811	721	698
5	960	853	817	790	754
6	1 009	821	808	832	809
7	978	811	808	850	835
8	958	793	798	856	857
9	950	790	798	857	869
10	943	811	817	856	884
11	982	830	841	905	907
12	1 282	1 182	1 155	1 220	1 208

La méthode de régression multiple entraîne bien entendu la variance d'erreur minimum et conduit également à des estimées relativement peu biaisées. La prévision du reste de la lactation à partir du seul dernier contrôle est presque aussi efficace, qu'elle soit obtenue par régression ou par utilisation de facteurs multiplicatifs. Cette dernière solution semble cependant préférable, compte tenu de sa plus grande facilité d'emploi et du fait qu'elle conduise également aux erreurs moyennes les plus faibles et les plus homogènes entre classes de durée partielle, pour des variances d'erreur identiques ou très peu supérieures à la première.

3. 22. *Variance des estimées.*

Pour ce qui concerne la variabilité comparée des productions réelles et estimées par les différentes équations, les résultats présentés au tableau 6 montrent que sur l'ensemble des classes de durée partielle la deuxième méthode conduit à des estimées légèrement moins variables mais assez concordantes avec les productions réelles. L'application, à la production déjà réalisée, d'un facteur multiplicatif conduit à des valeurs nettement plus variables pour les lactations partielles de courte durée et moins variables ensuite. La variance des estimées par régression est, quant à elle, d'autant plus inférieure à celle des productions réelles que la durée de lactation partielle est plus faible.

3. 23. *Corrélations des estimées avec la production réelle.*

Du point de vue de la sélection le niveau des liaisons entre productions estimées et production réelle est particulièrement important à considérer.

TABLEAU 7

Coefficients de corrélation entre la production totale réelle et ses différentes estimées

Classe de durée partielle	Méthodes de prévision			
	1	2	3	4
1	0,425	0,724	0,728	0,721
2	0,599	0,781	0,785	0,780
3	0,750	0,830	0,837	0,831
4	0,810	0,842	0,853	0,846
5	0,780	0,805	0,823	0,807
6	0,790	0,812	0,825	0,812
7	0,846	0,862	0,868	0,862
8	0,872	0,889	0,894	0,890
9	0,882	0,896	0,900	0,898
10	0,888	0,902	0,907	0,906
11	0,909	0,919	0,941	0,921
12	0,940	0,950	0,952	0,951
Toutes classes	0,754	0,854	0,865	0,859

Les coefficients de corrélation observés sont présentés au tableau 7. Ils conduisent à un classement des méthodes équivalent à celui obtenu pour les autres critères d'efficacité, à savoir : La prédiction du reste de la lactation par opération multiplicative

sur le dernier contrôle est presque aussi efficace que celles utilisant des méthodes de régression. Elle est en tout cas bien meilleure que la prédiction de la production totale par multiplication de la production déjà réalisée. Les coefficients de corrélation obtenus sont plus élevés que ceux cités par différents auteurs pour les lactations partielles de courte durée (de 1 à 3 mois), mais croissent moins vite quand cette durée augmente, aucun coefficient ne dépassant 0,95. Il faut noter à ce propos que la plupart des études citées par AURAN et MOCQUOT (1974) portaient sur des productions en 305 jours de lactation alors que nous avons tenté de prévoir une production totale de durée variable.

Enfin, pour les lactations partielles de courte durée il faut noter l'influence relativement importante de la variation intra-classe de cette durée notamment sur les coefficients multiplicatifs de la lactation partielle. Dès lors, l'application d'un coefficient moyen pour ces classes introduit des erreurs importantes d'estimation pour les productions individuelles dont la durée est à la limite des classes. Il est probable que l'utilisation d'une expression algébrique continue du coefficient, en fonction de la durée partielle, conduirait à une précision plus acceptable des prévisions à partir des premiers contrôles de la lactation et serait d'une utilisation pratique plus commode que la répartition en classes.

CONCLUSION

En définitive et compte tenu des particularités de l'échantillon de données les résultats obtenus doivent être interprétés avec prudence. Avec cette restriction il semble cependant se dégager un certain nombre de possibilités intéressantes pour l'extrapolation des productions partielles au moins pour l'indexation précoce des mâles sur descendance.

En premier lieu, il semble pratiquement impossible de prévoir avec une précision suffisante une production totale par lactation. La sélection sur un tel critère n'apparaissant pas non plus souhaitable (POURIOUS et MOCQUOT, 1975), les études ultérieures devraient être orientées vers la prévision du critère effectif de sélection, à savoir une production corrigée pour la durée de lactation.

En second lieu nos résultats confirment l'intérêt de la production au dernier contrôle comme variable prédictive de la production restant à réaliser, ils semblent par ailleurs indiquer que cette prévision puisse être faite de façon simple et suffisamment efficace par application de facteurs multiplicatifs à cette production au dernier contrôle connu. Une telle méthode apparemment non biaisée conduit à des erreurs d'estimation de variance presque minimale et présente en outre l'avantage de fournir les estimées dont la variance est la plus proche de celle des productions réelles.

Dans la mesure où ces coefficients multiplicatifs présenteraient une certaine stabilité vis-à-vis des différents facteurs de variation on pourrait envisager la recherche de leur expression algébrique en fonction de la durée de lactation partielle.

Ceci aurait le double avantage de réduire les erreurs d'estimation constatées ici pour les données à la limite des classes de durée partielle d'une part, d'être d'une utilisation pratique encore plus commode d'autre part.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. O. SYRSTAD et M. POUTOUS pour la lecture critique de notre manuscrit.

SUMMARY

STUDIES ON MILK PRODUCTION IN CATTLE.

II. — USEFULNESS OF PART LACTATION RECORDS FOR SELECTION.

b) RELATIONS BETWEEN PARTIAL, LAST TEST DAY AND TOTAL YIELDS

In order to define a simple and efficient method of predicting total yield per lactation from part lactation records, we analyze a sample of 32.540 first lactations in progress on 1 July 1972 and ending during the following year.

First we study, for different classes of part-lactation duration, the statistical relations between cumulative milk yields on this date, last monthly test day production and both total and remaining yields uncorrected for lactation length. It seems that if cumulative yield of part lactation is most closely correlated to total yield, especially when its duration increases, this is mainly due to the increasing necessary relation between these two variables. On the other hand, the rest of total yield variation or variation of the yield in the remaining part of the lactation are more closely related to last test day milk production variations than to that of cumulative part-lactation yield.

The last observation is then used to propose a simple and original method of predicting the remaining yield to be produced. It consists in multiplication of the last test day yield by a ratio factor according to the stage of lactation. The efficacy of such a prediction is compared to the classical extension methods : ratio factors on cumulative part-lactation yields, multiple regression on the known variables and simple regression on last test day milk production. The method proposed always has a much higher statistic efficiency than the multiplicative method on cumulative yields. Our method has the advantage of being easier to apply and that the means and variances of the estimates agree better with true yields ones. In any case, it seems almost impossible to predict, with sufficient accuracy, total yield if not corrected for lactation length.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AURAN T., MOCQUOT J.-C., 1974. Études 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. Sél. anim.*, **6**, 429-444.
- POUTOUS M., MOCQUOT J.-C., 1975. Études sur la production laitière des bovins. III. Relations entre critères de production, durée de lactation et intervalle entre le 1^{er} et le 2^e vêlage. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7** (sous presse).