

ÉVOLUTION, AVEC L'ÂGE, DE LA COMPOSITION DU LAIT DE VACHE

**Teneurs en matière grasse, matières azotées
et calcium des laits de vaches montbéliardes**

PAR

P. AURIOL et F. GROSCLAUDE

Avec la collaboration, pour les dosages, de E. BLANC-PATIN et R. JEUNET, Station de Recherche
Laitières de Poligny, Jura,

Pour l'interprétation, de P. GULLIMIN et M. DUPONT, Station de Recherches sur l'élevage
C.N.R.Z. Jouy-en-Josas (S-et-O).

Station des Recherches sur l'Élevage, C. N. R. Z.. Jouy-en-Josas. (S-et-O),

SOMMAIRE

A partir de 1019 lactations de vaches de race montbéliarde, nous avons analysé l'effet de l'âge sur la richesse du lait en matière grasse, matières azotées et calcium. Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

— Pour étudier l'influence de l'âge sur ces éléments, on peut partir des numéros d'ordre des lactations aussi bien que de l'âge, sauf pour les quelques cas où l'âge au premier vêlage présente des valeurs extrêmes.

— Alors que le taux butyreux diminue légèrement avec l'âge, dès la deuxième lactation (de 2,4 p. 100 environ entre première et sixième lactation), le taux de matières azotées totales et le taux de calcium demeurent pratiquement constants pendant les trois premières lactations pour décroître ensuite très lentement : entre première et sixième lactation, ils baissent respectivement de 0,6 et 0,5 p. 100. De l'évolution relative de ces éléments, il résulte que le rapport $\frac{\text{matières azotées totales}}{\text{matière grasse}}$ augmente de 2 p. 100 environ, alors que le rapport calcium/azote reste remarquablement constant.

La différence que nous avons observée entre l'évolution avec l'âge de la matière grasse et celle des autres constituants du lait étudiés ici, se traduit par l'existence d'une corrélation négative entre taux butyreux et quantité de lait et l'absence de corrélation entre quantité de lait d'une part et taux de matières azotées ou taux de calcium d'autre part.

Tout se passe comme si l'âge n'agissait sur la teneur en matière grasse du lait que par l'intermédiaire de l'accroissement de la production laitière, du moins jusqu'aux alentours de la sixième lactation ; car à cette phase de diminution lente du taux butyreux succède une deuxième phase à évolution

plus rapide pendant laquelle le taux butyreux continue à décroître bien que la quantité de lait sécrétée diminue ; cela suppose que la synthèse des matières grasses au niveau de la mamelle se ralentit considérablement à partir de la 6^e lactation.

Dans notre étude, deux facteurs sont venus accroître l'effet dépressif de l'âge sur la composition du lait :

la sélection effectuée indirectement sur les teneurs en matière grasse par l'intermédiaire de la sélection réalisée sur les quantités de lait,

l'interaction entre âge et saison de vêlage qui joue en faveur des premières lactations.

— Taux butyreux et taux de matières azotées présentent une répétabilité comparable et élevée (respectivement de 0,76 et 0,79). Celle du taux de Ca est encore plus grande et de l'ordre de 0,88. La sélection sur les teneurs en matière grasse, matières azotées et calcium peut donc être effectuée avec assez de précision à partir des résultats observés en première lactation, ce qui est très important dans le cas du progeny-test.

— Il semble pratiquement inutile de tenir compte du facteur âge dans la plupart des études portant sur la teneur du lait en matière grasse, matières azotées et calcium, sauf lorsqu'on a affaire à des vaches très âgées, ce qui est exceptionnel, ou lorsqu'on recherche une grande précision.

L'influence de l'âge sur la quantité de lait produite par lactation a fait l'objet de nombreuses études. Par contre, peu de travaux ont porté sur les relations entre âge et composition du lait.

Nous nous proposons ici d'analyser l'effet de l'âge sur la teneur du lait en matière grasse, matières azotées et calcium.

Une telle étude intéresse essentiellement sélectionneurs et généticiens. En effet, elle permet aux premiers de savoir s'ils peuvent éliminer dès la fin de leur première lactation et sans trop de risques d'erreur, les vaches qui sécrètent le lait le plus pauvre. Aux seconds, elle indique s'il faut considérer l'âge comme facteur de variation de la composition du lait, lors de l'analyse des résultats de contrôle laitier.

Ces deux points sont de première importance quand on utilise le progeny-test comme méthode de sélection.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nos données proviennent de vaches de race montbéliarde soumises au contrôle fromager organisé par le Syndicat de Testage du Jura en collaboration avec le Syndicat départemental de contrôle laitier (AURIOL, 1954). Elles se rapportent à 1019 lactations contrôlées entre les années 1953 et 1958. Les vaches étudiées sont entretenues dans plus de 200 élevages répartis dans les différentes régions naturelles du Jura.

Les échantillons de lait destinés aux analyses ont été prélevés pendant toute la lactation, en moyenne une fois par mois, par les contrô-

leurs laitiers et expédiés, après addition de formol, à la Station de Recherches laitières de Poligny où sont effectués tous les dosages. La matière grasse a été déterminée par la méthode Gerber, les matières azotées totales par la méthode Kjeldahl ($N \times 6,38$) et le calcium par la méthode de JENNESS (1953).

TABLEAU I

Taux butyreux et âge au premier vêlage

Âge au premier vêlage (en mois)	n	T. B.	
		Moyenne	Intervalle de variation
22 — 24.....	12	38,3	34,3 — 39,8
24 — 26.....	43	38,2	31,6 — 46,5
26 — 28.....	81	37,8	29,3 — 45,8
28 — 30.....	107	37,7	29,3 — 45,9
30 — 32.....	138	37,6	23,6 — 45,6
32 — 34.....	196	37,6	29,9 — 46,6
34 — 36.....	161	37,7	28,2 — 47,7
36 — 38.....	88	37,8	29,5 — 44,6
38 — 42.....	63	37,7	27,3 — 42,6
42 — 46.....	37	37,2	32,8 — 42,8
46 — 50.....	16	36,4	27,6 — 40,1
Total	950		

Pour chacune des lactations, les teneurs pondérées en matière grasse, matières azotées et calcium ont été calculées par la méthode Fleischmann.

Dans tout ce qui suit, nous désignerons les teneurs en matière grasse, matières azotées totales et calcium du lait respectivement par les abréviations T. B., T. MAT et T. Ca et nous les exprimerons en g p. 1000 de lait.

Afin d'éliminer l'effet possible de la durée de lactation sur la composition moyenne du lait, nous n'avons retenu que les lactations dont la durée était comprise entre 240 et 370 jours. En effet, d'après POLITIK (1957), T. B. et T. MAT sont pratiquement indépendants de la durée de lactation entre ces limites.

L'âge a été estimé à partir des numéros d'ordre de lactation. Étant donné les grandes variations qui existent dans l'âge au premier vêlage ($\bar{x} = 33,5$ mois, $\sigma = \pm 4,8$ mois), cette façon de procéder pourrait introduire une erreur non négligeable, surtout pour les premières et deuxièmes lactations, dans la mesure où l'âge au premier vêlage agit sur la composition du lait. En fait, d'après une étude effectuée sur la même population (AURIOL et RICORDEAU) il semble que l'âge au premier vêlage n'intervienne que très faiblement sur la composition du lait, du moins en ce

qui concerne sa richesse en matière grasse (cf. tableau I) : quand il passe de 26 à 42 mois, le T. B. reste inchangé (37,8 et 37,7). Or, 88,6 p. 100 des premiers vêlages ont lieu entre ces âges. Seules les vaches vêlant pour la première fois à un âge inférieur à 26 mois semblent produire un lait plus riche (38,2). Pour les vêlages très tardifs — après 42 mois — on observe un net appauvrissement du lait (37,2 et 36,4). Notons toutefois que LONKA (1943) a obtenu des résultats opposés dans la race Ayrshire. En conclusion, le fait de travailler sur les numéros de lactation au lieu de l'âge ne doit pas modifier sensiblement les résultats, sauf pour quelques cas extrêmes, relativement rares.

Il existe trois méthodes, aujourd'hui classiques, pour étudier l'influence de l'âge sur la production laitière : la première consiste à n'utiliser que les vaches ayant un nombre suffisant de lactations successives. Mais ces vaches représentent en général un échantillon supérieur à la moyenne, au moins en ce qui concerne la quantité de lait produite. De plus, il faut étudier au départ une population très importante pour pouvoir disposer d'un nombre suffisant de telles vaches. Enfin, si les conditions générales de milieu présentent une tendance continue à l'amélioration, ce qui est presque toujours le cas, les dernières lactations sont systématiquement obtenues dans de meilleures conditions que les premières et l'accroissement de production des premières aux dernières est donc exagéré.

Dans la deuxième méthode, on se contente de calculer les moyennes de toutes les lactations de même numéro d'ordre. De cette façon, qui a l'avantage de permettre l'utilisation de l'ensemble des données, on introduit une source d'erreurs non négligeables : la population de vaches correspondant aux numéros de lactation les plus élevés est fortement sélectionnée, alors que dans les premières lactations figurent toutes les vaches, bonnes ou mauvaises productrices. Par contre, cette méthode élimine l'effet dû à une amélioration des conditions d'élevage d'une année sur l'autre.

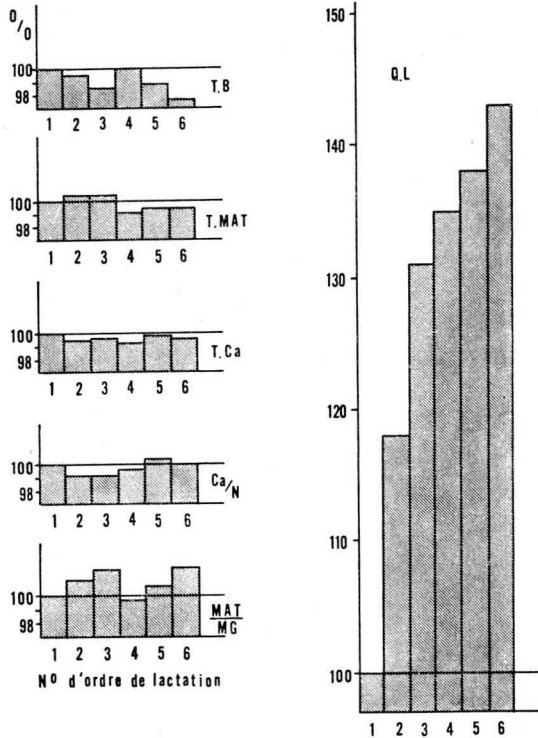
La dernière méthode, proposée pour la première fois par SANDERS (1928), est celle des lactations couplées : les comparaisons se font de proche en proche, en utilisant les mêmes vaches pour deux numéros de lactation consécutifs ; aussi, la sélection intervient beaucoup moins. En outre, on peut analyser une fraction plus importante des données de base que par la première méthode. Mais, comme dans la seconde, le nombre de lactations dont on dispose pour les dernières lactations reste toujours considérablement plus faible que pour les premières.

Nos données ne nous ont permis d'utiliser que la deuxième méthode, du moins en ce qui concerne le T. MAT et le T. Ca. Disposant de plus de lactations pour le T. B., nous avons pu comparer, pour ce dernier, les différentes méthodes entre elles.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats figurent dans le tableau II et le graphique I.

Comme il existe une relation entre quantité de lait et richesse du lait, il nous a paru intéressant de donner dans ce tableau l'évolution des quantités de lait avec l'âge. De plus, nous avons également analysé l'évolution des rapports Ca/N et $\frac{M. A. T.}{M. G.}$ (1), étant donné l'intérêt qu'ils présentent en fromagerie.



GRAPHIQUE I. — Influence du numéro de lactation sur la quantité de lait produite et sa composition (Base 100 en première lactation.)

En ce qui concerne la richesse du lait en matière grasse et en matières azotées, nous constatons que le lait a tendance à s'appauvrir avec l'âge, mais alors que pour le T. B. la diminution s'amorce dès les deuxièmes lactations, pour le T. MAT elle ne débute, très légèrement du reste, qu'avec les quatrièmes lactations. Quant au taux de calcium et au rapport Ca/N, ils présentent une remarquable constance avec l'âge. Cela

(1) $Ca/N = \frac{\text{Calcium}}{\text{Azote total}}$ et $\frac{M. A. T.}{M. G.} = \frac{\text{matières azotées totales}}{\text{matière grasse.}}$

laisse supposer que l'aptitude du lait à la coagulation sous l'action de la présure ne doit pas être modifiée sensiblement par l'âge, du moins jusqu'à la sixième lactation. Nous sommes arrivés, par ailleurs, (AURIOL) à la même conclusion. Enfin le rapport $\frac{M. A. T.}{M. G.}$ tend à aug-

menter, ce qui s'explique par le fait que le T. B. diminue plus vite que le T. MAT. Ces diminutions des teneurs, exprimées en p. 100 des valeurs observées en première lactation, sont, entre la première et la sixième lactation, de :

- 2,4 p. 100 environ pour le T. B.
- 0,6 p. 100 pour le T. MAT
- 0,5 p. 100 pour le T. Ca ;

pendant le même temps, la production laitière augmente de 43 p. 100.

Nous retrouvons là les résultats obtenus par différents auteurs dans diverses races, du moins en ce qui concerne le T. B. : GOWEN (1920 et 1923), sur vaches de Jersey et de Guernesey, JOHANSSON et HANSSON (1940) sur vaches rouges et blanches suédoises, LEFEBVRE (1946) sur vaches normandes, WAITE et al. (1956) sur vaches Ayrshire, MARCKMANN et WITT (1956) sur pie-noire et pie-rouge allemandes, POLITIEK (1957) sur vaches frisonnes, COLEOU et al. (1959) sur vaches françaises frisonnes pie-noire et MAHADEVAN (1951 *b*) sur Ayrshire : en moyenne, entre la première et la 8^e lactation, le T. B. baisse de 1,5 à 2 g p. 1 000.

Pour le T. MAT, les travaux publiés sont beaucoup moins nombreux. Mais les quelques résultats dont nous disposons correspondent aux nôtres : le T. MAT a plutôt tendance à augmenter très légèrement pendant les trois premières lactations, pour ne décroître par la suite que très lentement : de 0 à 1 g p. 1 000 entre 1^{er} et 8^e lactation, selon les auteurs (WAITE et al., 1956 — MARCKMANN et WITT, 1956 — POLITIEK, 1957).

Les travaux de WAITE et al. ont montré qu'en réalité la teneur en caséine était plus affectée par l'âge que la teneur en matières azotées totales (chute de 2 p. 1 000 entre premières lactations et huitièmes lactations), cette diminution de la caséine étant compensée par une augmentation de la fraction azotée non protéique.

Quant à l'évolution du taux de calcium avec l'âge, nous n'avons pu trouver de bases de comparaison dans l'étude bibliographique que nous avons faite.

La différence observée entre l'évolution du T. B. avec l'âge et celle des T. MAT et T. Ca se traduit par l'existence d'une corrélation négative entre T. B. et quantité de lait (QL), alors qu'il n'y a aucune relation entre quantité de lait et T. MAT ou T. Ca. L'un de nous a en effet

obtenu, sur la même population de vaches, les résultats suivants (AURIOL et RICORDEAU) :

$$\begin{aligned} r_{QL, T. B.} &= -0,44 \text{ ** (1)} \\ r_{QL, T. MAT} &= -0,04 \\ r_{QL, T. Ca} &= -0,04 \end{aligned}$$

L'existence d'une corrélation négative entre quantité de lait et T. B. a du reste été mise en évidence par de nombreux auteurs (cf. revue bibliographique de KRIZENECKY (1943).

Le coefficient de régression du T. B. sur la quantité de lait étant, dans nos données, $b_{T.B., Q.L.} = -0,00146$, quand la quantité de lait passe de 3 170 kg en première lactation à 4,530 kg en sixième, le T. B. diminue de 2 g p. 1 000 environ. La chute du T. B. avec l'âge pourrait donc être due essentiellement à l'augmentation de la quantité de lait sécrétée, du moins jusqu'à la sixième lactation.

Par contre, après la sixième lactation, il semble qu'un autre mécanisme intervienne. En effet, bien que la quantité de lait reste stationnaire ou même décroisse, le T. B. baisse. Il semble même que la diminution de ce dernier soit plus rapide que pendant la phase d'accroissement de la production laitière. A partir de ce moment, tout se passe comme si un phénomène de sénescence s'amorçait. Il se traduit par un ralentissement considérable de l'activité lipogénique de la glande mammaire ainsi que par une diminution parallèle de la production laitière. Nous n'avons pas assez de données après la sixième lactation pour conclure dans le même sens, en ce qui concerne les T. MAT et T. Ca.

A partir de nos données, il nous a paru intéressant d'examiner l'effet de deux facteurs qui, *a priori*, pouvaient perturber l'interprétation des résultats observés : d'une part la sélection qui s'exerce entre la première lactation et les suivantes, d'autre part la saison de vêlage.

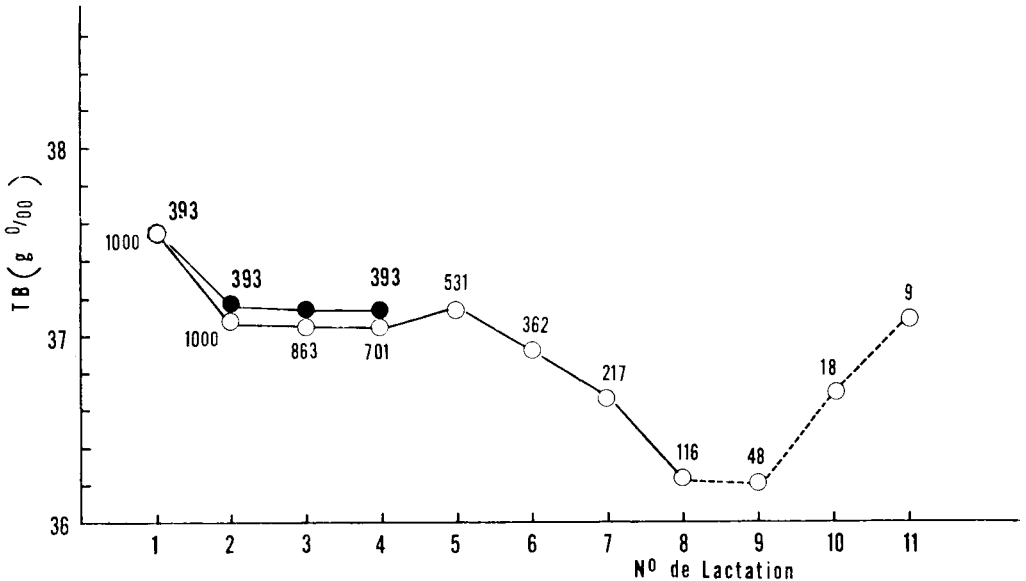
Effet de la sélection

En ce qui concerne la sélection, il semble bien qu'elle n'intervienne pratiquement pas directement sur la composition du lait, surtout dans le Jura où il n'a jamais été payé en fonction de sa richesse en matière grasse. En effet, si nous nous référons à une autre étude (AURIOL et RICORDEAU) effectuée sur la même race placée dans les mêmes conditions, nous constatons que 393 vaches conservées dans les élevages contrôlés pendant les quatre premières lactations au moins ont, en première lactation, des T. B. identiques à ceux observés sur l'ensemble ⁽²⁾ des premières lactations (37,53 contre 37,55), alors que s'il y avait eu sélection sur ce caractère elles auraient dû présenter des T. B. bien supérieurs (cf. graphique II). Nous retrouvons là les conclusions de MAHADEVAN (1951 *b*).

(1) ** significatif à $P < 0,01$

(2) En fait, pour les premières et deuxième lactations, nous nous sommes contentés d'un sondage portant sur 1.000 lactations.

Pour les T. MAT et T. Ca, nous ne possédons malheureusement pas de courbe de référence établie sur de grands nombres, mais nous pouvons penser que ce qui est vrai pour le T. B. l'est à fortiori pour les T. MAT et T. Ca, puisque ces éléments n'ont jamais été contrôlés d'une façon courante : les éleveurs n'ont donc pas eu la possibilité d'éliminer



GRAPHIQUE II. -- Influence du numéro de lactation sur la teneur en matière grasse. La comparaison des deux courbes montre qu'il n'y a eu aucune sélection effectuée sur la teneur en matière grasse.

- — Lactations correspondant à toutes les vaches de la population étudiée.
- — Lactations correspondant aux vaches ayant eu au moins quatre lactations consécutives depuis leur premier vêlage.

les vaches les plus mauvaises pour ces caractères, sauf d'une façon indirecte, dans la mesure où il existe au niveau des lactations une corrélation positive entre T. B. d'une part, T. MAT et T. Ca de l'autre. Nous avons pu, par ailleurs (AURIOL et RICORDEAU), déterminer ces corrélations ; elles sont les suivantes :

$$r_{(T. B., T. MAT)} = + 0,48^{**} \quad r_{(T. B., Ca)} = + 0,65^{**}$$

Mais de toute façon, ces liaisons positives avec le T. B. n'ont pu jouer puisque nous avons vu qu'il n'y a pas eu de sélection sur le T. B.

Par contre, il n'en est pas de même sur la quantité de lait produite par lactation, par suite de l'élimination des mauvaises laitières. Aussi, étant donné la relation qui existe entre quantité de lait et teneur moyenne en matière grasse, nous pouvons penser que la sélection sur la quantité de lait a entraîné une diminution du T. B. Au niveau d'une population, la décroissance du T. B. avec l'âge est donc due en partie à l'élimination des mauvaises laitières au cours des lactations successives.

Interaction saison de vêlage-âge.

Nous avons retenu, comme autre source d'erreurs, l'interaction saison de vêlage-âge. En effet, plusieurs auteurs (JOHANSSON et HANSSON, 1940 — MAHADEVAN, 1951 *b* — POLITIEK, 1957 — WAITE, WHITE et ROBERTSON, 1956) ont montré que les T. B. et T. MAT étaient influencés par le mois de vêlage. D'une façon générale, les vaches qui vêlent en fin d'été et en automne présentent des T. B. et T. MAT moyens au cours de leur lactation supérieurs de 1 à 2 g p. 1 000 à ceux des vaches vêlant en hiver et surtout en fin de printemps. Nos résultats (AURIOL et RICORDEAU) confirment ceux des auteurs étrangers.

Or, il existe une relation entre saison de vêlage et numéro d'ordre de lactation : dans le Jura, plus le numéro d'ordre des lactations est élevé et plus les vaches ont tendance à vêler en fin d'hiver ou au printemps (cf. tableau III). MAHADEVAN (1951 *a*) a fait la même observation sur des vaches Ayrshire en Écosse.

L'interaction saison de vêlage — numéro de lactation contribue donc à accroître la supériorité des premières lactations par rapport aux dernières en ce qui concerne la richesse du lait. En réalité, les écarts figurant au tableau II sont donc sûrement exagérés.

Afin d'éliminer totalement un effet éventuel de la sélection et celui de la saison de vêlage, nous nous proposons, dès que nous aurons rassemblé un matériel suffisant, de reprendre cette étude par la méthode des lactations couplées, en ayant soin de ne conserver que les couples constitués par des lactations ayant débuté le même mois et de durée comparable.

En conclusion, retenons que les variations, avec l'âge, de la teneur du lait en matière grasse, matières azotées et calcium, sont très faibles surtout si on les compare à celles de la quantité de lait. Aussi, il est inutile d'en tenir compte dans les travaux ne demandant pas une précision très grande, tels que ceux concernant la sélection.

Répétabilité des teneurs en matière grasse, matières azotées et calcium

Pour le sélectionneur, la connaissance de la répétabilité des T. B., T. MAT et T. Ca. est très importante, car elle permet de savoir s'il est possible de prévoir les productions ultérieures d'une vache uniquement à partir de sa première lactation. Avec le développement considérable pris par le progeny-test, cette question se pose encore avec plus d'acuité, puisque la sélection des taureaux se fait alors exclusivement à partir des premières lactations de leurs filles.

Étant donné le petit nombre de vaches ayant plus de deux lacta-

TABLEAU II. — Influence de l'âge sur la production laitière et sa composition (en valeurs absolues et en valeurs relatives).

Numéro de lactation	Nombre de lactations	Lait (QL)		T. B.		T. MAT		T. Ca		Ca/N		M. A. T/M. G.	
		kg	P. 100 L ₁ *	g p. 1000	P. 100 L ₁ *	g. p. 1000	P. 100 L ₁ *	g. p. 1000	P. 100 L ₁ *	Ca/N	P. 100 L ₁ *	p. 100	P. 100 L ₁ *
1	378	3170	100,0	37,2	100,0	32,1	100,0	1,175	100,0	0,234	86,7	100,0	
2	197	3740	118,0	37,0	90,5	32,2	100,3	1,168	99,4	0,232	87,7	101,1	
3	140	4150	130,9	36,6	98,4	32,2	100,3	1,169	99,5	0,232	88,4	102,0	
4	138	4300	135,6	37,2	100,0	31,8	99,1	1,165	99,1	0,233	86,4	99,6	
5	101	4390	138,5	36,8	98,9	31,9	99,4	1,173	99,8	0,235	87,4	100,8	
6	64	4530	142,9	36,3	97,6	31,9	99,4	1,169	99,5	0,234	88,6	102,2	

*L₁ = première lactation.

TABLEAU III

Relation entre saison de vêlage et numéro d'ordre des lactations.

Numéro d'ordre des lactations	1						2						3						4						5						6																																																					
	Pourcentage des vêlages annuels ayant lieu en												Septembre, Octobre et Novembre												39,4												26,2												17,7												14,0												15,4											
1																																																																																				

TABLEAU IV

Répétabilité des T. B., T. MAT et T. Ca (sans correction pour l'âge).

	T. B.	T. MAT	T. Ca	Nombre de lactations couplées
r	+ 0,759	+ 0,789	+ 0,883	134
r _{1,2} *	+ 0,766	+ 0,747	+ 0,899	59

*r_{1,2} = corrélation entre premières et deuxième lactations.

tions consécutives, nous avons apprécié la répétabilité par de simples coefficients de corrélation entre toutes les lactations couplées dont nous disposons. Les résultats figurent dans le tableau IV.

Les taux de répétabilité que nous obtenons de cette manière sont relativement élevés. Comme nous pouvions le prévoir, le T. MAT est légèrement plus répétable que le T. B., mais la différence entre les deux n'est pas significative.

Quant au T. Ca, il est nettement plus répétable que les deux autres éléments.

Pour le T. B., la valeur obtenue est du même ordre de grandeur que celle donnée par JOHANSSON et HANSSON (1940) qui ont calculé une répétabilité de + 0,708 sur 301 vaches rouges et blanches suédoises ayant 5 lactations consécutives.

Les teneurs en matière grasse, matières azotées, et surtout calcium, observées sur la première lactation d'une vache, permettent donc de prévoir avec une précision suffisante ses performances ultérieures. En particulier, il doit être possible de juger un taureau pour ces caractères d'après les seules premières lactations de ses filles.

SUMMARY

1019 lactations of Montbeliard cows were used to analyse the effect of age on the fat, total protein and calcium contents of milk. Our main conclusions are as follows :

— For analysing the age effect on these elements it is possible to use either the number of lactations or the age, except for the few cases when the first calving occurs very early or very late.

— While the fat content decreases slightly with age, from the second lactation (of about 2,4 p. cent between the first and sixth lactation) the total protein content is at the same level during the first three lactations and then decreases very slowly : on the whole, between the first and sixth lactation, it falls of 0,6 p. cent. The calcium content is even more constant than the nitrogen content since it decreases in the same conditions of 0,5 p. cent only. The result of the relative evolution of the fat nitrogen and calcium contents, is that the ratio $\frac{\text{total protein}}{\text{fat}}$ increases by about 2 p. cent

while the calcium nitrogen ratio remains remarkably constant.

The difference observed in the evolution with age between fat and other constituents of milk studied here corresponds to the existence of a negative correlation between the fat content and the quantity of milk and the absence of correlation between the quantity of milk on the one hand and the protein content or calcium content on the other hand.

It seems as if age played no part in the fat content of milk except through of the increase in milk production, at least until the sixth lactation ; after this phase of slow decrease in the fat content occurs a second more rapid phase of evolution where the fat content continues to decrease although the quantity of milk secreted decreases ; this supposes that the synthesis of fat in the udder slows down considerably from the 6th. lactation.

In this study, two factors increased the depressive effect of age on the composition of milk :

the selection effected indirectly on the fat content by selecting on the quantities of milk ;

the interaction between age and season of calving which favours the first lactations.

Fat and protein contents show a high repeatability of 0,76 and 0,79 respectively. That of the calcium content is greater and near 0,88. The selection for fat, protein and calcium contents can thus be made with sufficient accuracy on the basis of the first lactation records, and this is very important in the case of progeny-test.

There seems to be no practical advantage in taking into account the age in most of the studies dealing with fat, protein and calcium contents of milk, so far as very old cows are not concerned, or great precision not required.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AURIOL P., 1954. Possibilités d'amélioration, par la sélection, de la production fromagère de la race pie-rouge de l'Est. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **40**, (8), 332-337.
- AURIOL P. (Données non publiées).
- AURIOL P. et RICORDEAU G. (Données non publiées).
- COLEOU J., DELAGE J., POLY J. et VISSAC B., 1959. Contrôle de la production laitière et de la valeur d'élevage des bovins et des ovins, dans *C. R. des Journées d'études sur les contrôles d'aptitudes dans les principales productions animales* 79-122. *Ass. franç. Zootech.*, Paris.
- GOWEN J. W., 1920. Studies in milk secretion. VI. On the variation and correlations of butter-fat percentage with age in Jersey Cattle. *Genetics*, **5**, 249-324.
- GOWEN J. W., 1923. Studies in milk secretion. XIV : the effect of age on the milk yields and butterfat percentages of Guernsey advanced registry cattle. *Maine Agr. Exp. Sta. Bul.*, **311**.
- JENNESS R., 1953. Titration of calcium and magnesium in milk and milk fractions with ethylenediamine tetracetate. *Analyt. Chem.*, **25**, 966-68.
- JOHANSSON I. et HANSSON A., 1940. Causes of variation in milk and butterfat yield of dairy cows. *Lantbr. Akad. Handl, Stock.*, **6**, 127.
- KRIZENECKY J., 1943. Der Fettgehalt der Milch, ihr Eiweiss-Zucker und Aschengehalt und die Bedeutung der Fettgehaltskontrolle für Züchterische Massnahmen. *Zeméd. Archiv.*, **34**, 168-161.
- LEFEBVRE J., 1946. Étude de l'hérédité des aptitudes laitières et beurrières chez les bovins de race normande. *Ann. Agron.*, Paris, **4**, 492-510.
- LONKA T., 1943. Über die Zuchtwahl des Milchviehs in den verschiedenen Altersperioden. *Acta agr. fenn.*, **54**, 7-172.
- MAHADEVAN P., 1951 a. The effect of environment and heredity on lactation. I. Milk yield *J. Agr. Sci.*, **41**, 80-88.
- MAHADEVAN P., 1951 b. The effect of environment and heredity on lactation. III. Butterfat percentage. *J. Agr. Sci.*, **41**, 94-97.
- MARCKMANN E. et WITT W., 1956. Der Eiweissgehalt der Milch in Beziehung zur Milchmenge, zum Fettgehalt, zum Kalbzeitpunkt, zum Laktationsverlauf und zum Alter der Kühe. *Z. Tierz. Zücht. Biol.*, **68**, 1-36.
- POLITIEK R. D., 1957. The influence of heredity and environment on the composition of the milk of Friesian cows and the practical possibilities of selection on the protein content. Thèse, École Sup. Agric., Wageningen, p. 9-174.
- SANDERS H. G., 1928. The variation in milk yields caused by season of the year, service, age and dry period and their elimination. III. Age. *J. Agr. Sci.*, **18**, 46-47.
- WAITE R., WHITE J. C. et ROBERTSON A., 1956. Variations in the chemical composition of milk with particular reference to the S N F. I. The effect of stage of lactation, season of year and age of cow. *J. Dairy Res.*, **23**, 65-81.