

Influence du manchon trayeur sur les caractéristiques de traite des vaches de race française frisonne pie noire

J. LE DU et J. RICHARD (*)

avec la collaboration technique de F. A. de la CHEVALERIE
C. CORRE (**) et D. MOLLE (**)

*Laboratoire de Recherches sur la Traite
Centre de Recherches de Rennes, I.N.R.A.,
65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes (France)*

() Laboratoire de Technologie Laitière
Centre national de Recherches zootechniques, I.N.R.A.,
78350 Jouy-en-Josas (France)*

*(**) Laboratoire de Technologie Laitière
Centre de Recherches de Rennes, I.N.R.A.,
65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes (France)*

Résumé

Les caractéristiques de traite de 4 types de manchons-trayeurs (fig. 1) sont étudiées selon un plan en carré latin 4×4 , durant 4 périodes successives de 14 jours avec 16 vaches Françaises Frisonne Pie Noire non massées avant la traite.

Les résultats (tabl. 1) font apparaître que :

— Le modèle C, à corps étroit de forme conique surmonté d'une gorge volumineuse entraîne notamment une réduction de 57,6 p. 100 du volume d'égouttage et une diminution du temps total de traite journalier de 128 secondes par rapport à la moyenne des 3 autres manchons. La conception particulière de ce manchon permettrait d'atténuer l'étranglement de la base du trayon en fin de traite et d'accroître la friction entre le corps et le trayon.

— Le modèle D, à corps étroit mais de section ovale (« préflambée ») donne les plus mauvaises conditions de traite au regard du temps total, du volume d'égouttage, des débits et du temps de latence. Malgré le grand rapport de pulsation utilisé (75 p. 100) il semble que ce manchon soit caractérisé par une ouverture d'amplitude très insuffisante.

— Aucune différence significative n'est constatée entre les deux manchons A et B à corps de grand diamètre dont les performances sont globalement intermédiaire entre celles des modèles C et D. On observe que les bonnes conditions d'écoulement du « lait machine » (temps et débits) sont compensés par une augmentation du temps d'égouttage.

— Dans nos conditions expérimentales, la conception des manchons ne semble pas avoir affecté leur état de propreté bactériologique ou l'état sanitaire de la mamelle apprécié au moyen du C.M.T.

Introduction

La conception du manchon trayeur a évolué d'une façon empirique, du fait de notre ignorance du rôle physiologique de la pulsation. Les nombreuses études portant sur la comparaison de manchons (revue bibliographique de LABUSSIÈRE et RICHARD, 1965) n'ont pas permis d'en définir les propriétés optimales, et des manchons en apparence très différents sont susceptibles d'avoir des caractéristiques de traite similaires (SCHMIDT, GUTHRIE et GUEST, 1963).

Toutefois, selon THIEL (1974), il apparaîtrait que le diamètre du corps influencerait les débits tandis que l'embouchure affecterait surtout l'égouttage. Les travaux de MEIN *et al.* (1973) montrent que la réduction des débits en fin de traite coïncide avec une pénétration plus importante du trayon dans le manchon et serait due à une diminution de la friction. Il en résulte une obstruction de la communication entre le trayon et la citerne qui conduirait à une vidange incomplète de la mamelle. En conséquence, l'attention se porte actuellement sur les manchons de forme conique et de faible diamètre susceptibles de remédier à cet inconvénient : LANGTON (1969); SKROMAN, GALVAN et ZALTSMAN (1967). Parallèlement sont apparus sur le marché des manchons « préflambés », à corps de section ovale dont les caractéristiques selon Mc GRATH et O'SHEA (1972) seraient cependant similaires à celles des matériels conventionnels. L'étude que nous présentons ci-après concerne la comparaison des caractéristiques de traite de 4 types de manchons trayeurs de conception très différente choisis parmi les 70 modèles actuellement commercialisés en France (DEBAUCHE et DARRACQ, 1974). Elle a pour objectif de mettre en évidence des particularités de fonctionnement susceptibles d'avoir une incidence pratique sur le déroulement de la traite ainsi que d'évaluer l'intérêt des modèles nouvellement commercialisés (coniques et préflambés).

Matériel et méthodes

A. — *Plan expérimental*

Suivant un carré latin 4×4 , 16 vaches de race Française Frisonne Pie Noire réparties en 4 lots sont traites durant 4 périodes successives de 14 jours avec chacun des manchons moulés représentés figure 1. (A : F.N., 976 986; B : Milkrite Skellerup, MM 71; C : Lorraine, type Komet; D : Dari-Kool, M 6157). Les pressions de flambage (1) respectives sont de 81,4 mm Hg; 49,2 mm Hg; 77,4 mm Hg et 38,6 mm Hg.

B. — *Technique et matériel de traite*

La traite s'effectue 2 fois par jour à 7 h et 16 h 30 dans 8 stalles tandem en ligne basse avec boccas mesureurs. Après distribution de concentré, les gobelets sont posés sans préparation préalable de la mamelle. Lors de l'arrêt de l'écoulement

(1) La « pression de flambage » d'un manchon monté dans son gobelet est la mesure du vide à appliquer à l'intérieur du manchon bouché pour que deux faces diamétralement opposées entrent en contact (aplatissement).

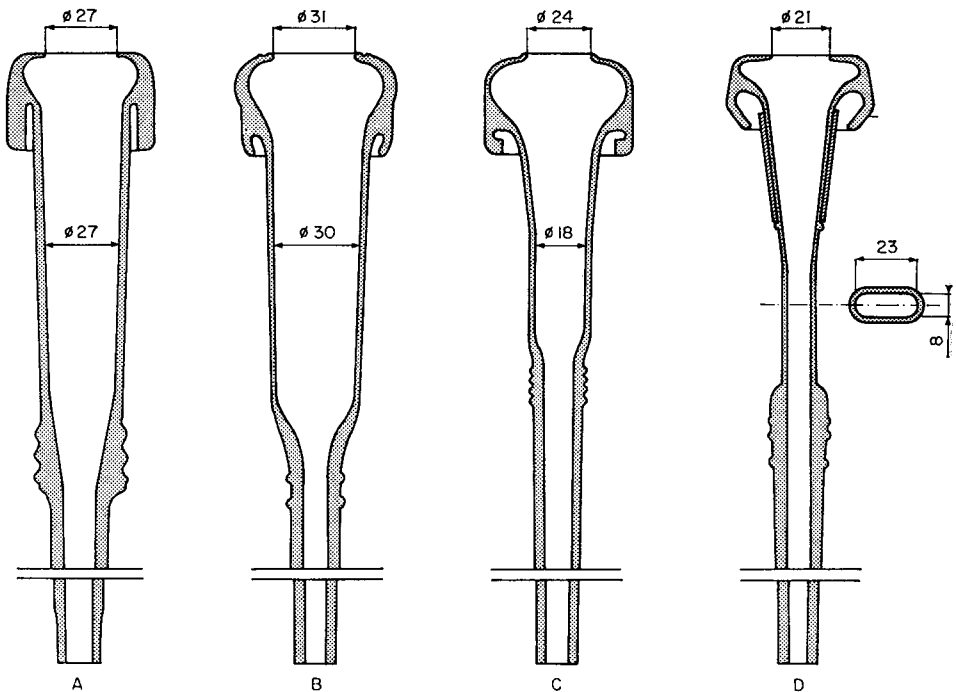


FIG. 1. — Sections des manchons trayeurs
Sections of the teatcup liners

du lait, repéré par un indicateur de débit Alfa-Flag, le trayeur pratique un égouttage à la machine en appuyant sur la griffe tout en massant le pis.

Le même type de griffe, d'une contenance de 0,14 litre avec une entrée d'air d'un diamètre de 0,78 mm, équipe les 4 types de faisceaux trayeurs utilisés. L'adjonction de masses en plomb permet d'égaliser les poids des faisceaux complets à 2,72 kg. La pulsation simultanée définie selon les recommandations de la Fédération Internationale de Laiterie (Normes FIL-IDF 56 : 1970) a une fréquence de 60 p/mn et un rapport de 75 p. 100. Le niveau de vide nominal est de 38 cm Hg.

C. — Périodicité des contrôles et critères mesurés

1. — Descentes de lait et contrôles globaux de la production.

La cinétique d'émission du lait est enregistrée pour chaque trayon toutes les 6 secondes au moyen d'une chaîne automatique similaire à celle mise au point par LABUSSIÈRE et MARTINET (1964). Chaque animal est contrôlé le matin et le soir une fois par semaine. Durant les 12 autres jours de chaque période expérimentale, au cours desquels il n'est pas effectué de contrôle de descentes de lait, la production de chaque animal est appréciée en mesurant les volumes de lait machine (L.M.) et d'égouttage (L.E.) dans un bocal cylindrique d'un diamètre de 141 mm.

Les critères mesurés à partir du contrôle global de la production sont les suivants :

— Lait machine (L.M.) : volume de lait extrait par la machine seule, avant intervention du trayeur (en litres).

— Lait d'égouttage (L.E.) : volume de lait obtenu lors de l'opération d'égouttage pratiquée par le trayeur (en litres).

— Lait total (L.T.) : volume total de lait recueilli, soit (L.M. + L.E.) (en litres).

D'autre part, l'enregistrement de la cinétique de descente du lait permet de définir les paramètres suivants :

— Temps total de traite (T.T.T.) : temps qui s'écoule entre la pose des gobelets et leur dépose (en secondes).

— Temps d'égouttage (T.E.) : temps qui sépare le moment où le trayeur intervient pour pratiquer l'égouttage et la dépose des gobelets (en secondes).

— Temps d'écoulement du lait machine (T.L.M.) : temps qui sépare la pose des gobelets du moment où le débit du lait pour l'ensemble des 4 quartiers devient inférieur à 0,2 l/mn (en secondes).

— Temps de latence (T.L.) : temps qui sépare, pour un quartier, la pose des gobelets du début de l'écoulement du lait (en secondes).

— Débit maximum (D max) : par quartier, volume de lait maximum recueilli durant un intervalle de temps de 6 secondes (en litres/mn).

— Débit moyen (D moy.) : par quartier, volume de lait machine (L.M.) divisé par le temps d'écoulement du lait machine (T.L.M.) (en litres/mn).

— Place du débit maximum par quartier (P.D. max) : délai entre la pose des gobelets et le moment où le débit de lait est maximum (en secondes).

2. — *Aptitude des manchons au nettoyage.*

L'aptitude des manchons au nettoyage est appréciée indirectement par le nombre de microorganismes qu'ils renferment après usage. Chaque faisceau-trayeur étant utilisé pour 11 vaches, le nettoyage est réalisé à l'aide d'un programmeur (5 mn de rinçage à l'eau froide; 15 mn de nettoyage à 60 °C avec une solution alcaline à 100 mg/l de chlore titrable; 5 mn de rinçage à l'eau froide). Deux fois par semaine (1^{re}, 3^e, 5^e et 7^e semaine) l'état de propreté bactériologique de 4 manchons de chaque type est déterminé suivant la méthode de CLAYDON (1953). Le liquide provenant d'un rinçage de 5 mn à l'eau de Ringer stérile est soumis à un dénombrement de la flore aérobie mésophile (milieu de culture : P.C.A. difco n° 479, incubation : 3 jours à 30 °C).

3. — *État sanitaire des mamelles.*

Avant le début de l'expérience, puis à la fin de chaque période expérimentale, les premiers jets de chaque quartier sont prélevés et l'irritation de la mamelle est appréciée par la méthode du C.M.T. (Californian Mastitis Test). Pour un quartier, nous considérons qu'il y a une irritation lorsque d'un prélèvement à l'autre l'intensité de la réaction s'est accrue selon la notation utilisée : (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1972).

Résultats

A. — Différences entre traite du matin et traite du soir

Le classement des manchons (tabl. 1) en fonction des critères retenus est pratiquement semblable à la traite du matin ou à celle du soir. Le décalage important des horaires de traite peut expliquer qu'à la traite du matin, les débits soient toujours plus importants qu'à celle du soir sans entraîner toutefois une réduction du temps de traite. Par contre, la diminution du temps de latence à la traite du matin demeure plus difficilement interprétable bien que selon KIRTS, MERRIMAN et BERRY (1963), GRAF et LAWSON (1968) il est possible que les conditions d'ouverture du sphincter du trayon soient influencées par la pression intramammaire plus élevée à la traite du matin qu'à celle du soir.

B. — Vidange de la mamelle et cinétique de descente du lait

Les volumes de lait total obtenus avec les 4 manchons ne sont pas différents (tabl. 1). Toutefois, le modèle conique C provoque une vidange plus complète de la mamelle et entraîne une réduction hautement significative de 57,6 p. 100 du volume journalier d'égouttage par rapport à la moyenne des 3 autres manchons. A l'inverse, le manchon préflambé D sans être significativement différent de A et de B, est associé au volume d'égouttage le plus important et au volume de lait machine le plus faible.

Le temps total de traite (T.T.T.) et le temps d'égouttage (T.E.) sont significativement diminués avec le manchon C. Par rapport à la moyenne des 3 autres manchons, le gain de temps journalier par vache de 128 secondes pour T.T.T. est principalement dû à la réduction du temps d'égouttage (gain journalier de 103 secondes). Par conséquent, un manchon conique, en retardant l'étranglement de la base du trayon en fin de traite, est susceptible de vidanger plus complètement la mamelle. Simultanément, une telle conception du manchon, en accroissant sa friction avec le trayon et en la localisant près de son extrémité permettrait d'amplifier l'effet de la pulsation. Ainsi, la diminution du temps de latence (T.L.) avec ce modèle est un indice supplémentaire de son efficacité.

A l'inverse, le préflambage du manchon D se traduit par les performances les moins bonnes et notamment par une réduction hautement significative du débit maximum. Bien que dans nos conditions expérimentales, le rapport de pulsation utilisé soit élevé (75 p. 100), le préflambage du manchon a l'inconvénient de réduire l'amplitude du mouvement d'ouverture et la pression de flambage (38,6 mm Hg). Il semble possible de remédier à ces défauts qui occasionnent un freinage de l'écoulement du lait, en accroissant la tension (DODD et CLOUGH, 1959) ou la pression de flambage (TOWNSEND, 1969).

Enfin, les performances des manchons A et B du grand diamètre ne sont jamais statistiquement différentes et se classent globalement entre celles observées avec les modèles C et D. On notera que le faible gain obtenu pour le débit maximum et le temps d'écoulement du lait machine ne suffit pas à compenser l'allongement du temps d'égouttage.

TABLEAU I

Classement des manchons A, B, C et D en fonction de la mesure directe des productions (L.T., L.M. et L.E.) et de l'enregistrement de la cinétique de descente de lait (T.T.T., T.L., T.L.M., T.E., Dmoy., Dmax., P. Dmax)

Classification of liners A, B, C and D according to the direct measuring of milk production (L.T., L.M. and L.E.) and to the automatic recording of milk flow (T.T.T., T.L., T.L.M., Dmoy., Dmax., P. Dmax.)

Critères Criteria	matin (m) ou soir (s) morning (m) or evening (s)	Classement des manchons Classification of the liners				F
Lait total Total milk (I) L.T.	m	6,650 A	6,522 D	6,487 B	6,482 C	0,06 N.S.
	s	4,225 C	4,182 A	4,120 B	4,050 D	1,82 N.S.
Lait machine Machine milk (I) L.M.	m	6,092 C	5,880 A	5,667 B	5,620 D	15,59 (**)
	s	3,922 C	3,452 A	3,257 B	3,125 D	22,35 (**)
Lait d'égouttage Stripping volume (I) L.E.	m	0,390 C	0,740 A	0,817 B	0,852 D	20,67 (**)
	s	0,305 C	0,730 A	0,862 B	0,920 D	18,40 (**)
Temps total de traite Total milking time (s) T.T.T.	m	376 C	436 B	444 A	464 D	6,28 (**)
	s	355 C	395 A	399 B	440 D	5,04 (*)
Temps de latence Latency time (s) T.L.	m	39 C	50 B	53 A	53 D	2,60 N.S.
	s	57 C	70 A	70 B	79 D	5,92 (*)
Temps d'écoulement du lait machine Machine milking time (s) T.L.M.	m	249 B	255 A	256 C	277 D	0,62 N.S.
	s	196 B	197 A	224 C	249 D	5,71 (*)
Temps d'égouttage. Stripping time (s) T.L.	m	77 C	118 D	128 A	140 B	6,60 (*)
	s	83 C	132 D	133 A	137 B	8,20 (*)
Débit moyen Mean flow rate (l/mm) D moy.	m	0,414 C	0,380 A	0,370 B	0,333 D	2,50 N.S.
	s	0,315 C	0,279 A	0,265 B	0,211 D	33,85 (**)

TABLEAU I (suite)

Critères <i>Criteria</i>	matin (m) ou soir (s) <i>morning (m) or evening (s)</i>	Classement des manchons <i>Classification of the liners</i>				F
Débit maximum <i>Maximum flow rate (l/mn) D max.</i>	m	<u>0,783</u> B	<u>0,782</u> C	<u>0,768</u> A	0,630 D	9,64 (**)
	s	<u>0,727</u> B	<u>0,719</u> A	<u>0,672</u> C	0,479 D	25,80 (**)
Place du débit maximum <i>Place of max. flow rate (s) P.D. max.</i>	m	<u>116</u> B	<u>122</u> A	<u>127</u> C	<u>136</u> D	2,81 N.S.
	s	<u>112</u> B	<u>115</u> A	<u>118</u> C	<u>136</u> D	3,75 N.S.

(**), (*) et (N.S.) indique que les différences sont significatives respectivement à $P = 0,01$; $P = 0,05$ et non significatives à $P = 0,05$.

— Les valeurs soulignées d'un même trait ne diffèrent pas de façon significative (Test de DUNCAN) au niveau considéré.

(**), (*) and (N.S.) indicate that the differences were respectively significant at $P = 0,01$; $P = 0,05$ and not significant at $P = 0,05$.

— Values underlined by the same line do not differ significantly (DUNCAN's method) at the considered level.

C. — Aptitude des manchons au nettoyage

Le dénombrement de la flore dérobée mésophile (tabl. 2) ne fait apparaître aucune différence significative entre manchons. Contrairement à ce que nous avons observé antérieurement (RICHARD et AUCLAIR, 1964; RICHARD et AUCLAIR, 1966)

TABLEAU 2

État de propreté bactériologique des manchons-trayeurs évalué d'après le nombre de microorganismes par manchon (moyenne logarithmique des dénombrements effectués sur 4 manchons de chaque modèle).

Bacteriological cleanliness of the teat-cup liners as revealed by the pulsating rinse method (logarithmic mean of total counts made on 4 liners of each type).

Date des mesures <i>Date of measurements</i>	Type de manchons <i>Type of liners</i>			
	A	B	C	D
1 ^{re} semaine (week)	2 000	8 900	4 500	950
3 ^e semaine	1 800	41 000	3 100	2 300
5 ^e semaine	2 100	4 600	52 000	8 500
7 ^e semaine	—	130 000	23 000	230 000

nous n'avons pu noter d'accroissement marqué du nombre de microorganismes par manchon avec le temps (à l'exception peut-être de la 7^e semaine pour les manchons B et D. Il est possible que la méthode de nettoyage utilisée soit suffisamment efficace pour éviter un encrassement des manchons en dépit de l'hétérogénéité des formes. De toute manière, les manchons contiennent un nombre de microorganismes très inférieur au seuil de un million au-dessus duquel l'état de propreté bactériologique n'est pas satisfaisant (CLEGG et COUSINS, 1968).

D. — État sanitaire des mamelles

En choisissant comme témoin le manchon utilisé avant le début de l'expérience (1), le tableau 3, présente le nombre d'irritations observées lors des changements de manchons. Bien qu'aucune différence ne soit significative, on note en

TABLEAU 3

*État sanitaire des mamelles évalué par le C.M.T. sur les premiers jets de lait de chaque quartier
(16 quartiers par lot de vaches)*

*Sanitary conditions of udders evaluated by means of the C.M.T.
on the foremilk from each quarter
(16 quarters for each group)*

Manchon précédent <i>Preceding liner</i>	Nombre d'irritations avec : <i>Number of irritations with :</i>				Total <i>Total</i>
	A	B	C	D	
Témoin. <i>Control</i>	2	3	3	3	11
A		1	3	11	15
B	1		.	5	8
C	4	6		2	12
D	2	2	6		10
Total. <i>Total</i>	9	12	14	21	56

particulier que les changements de A à B et de B à A (modèles similaires, de grand diamètre) causent 2 irritations pour 32 quartiers alors que le passage de A et de B au manchon D préflambé se traduit par 16 cas (soit 50 p. 100 des quartiers). A l'inverse, le remplacement de D par A et B, réduit les irritations à 4 pour 32 quartiers. Dans ce contexte, le manchon conique C, apparaît occuper une position intermédiaire entre les modèles A et B d'une part et D de l'autre.

(1) Marque Alfa-Laval, type 9600001.

Conclusion

Dans nos conditions expérimentales, le type de manchon trayeur influence de façon significative les conditions de traite. Par comparaison avec la moyenne des 3 autres manchons testés, le modèle C est notamment caractérisé par une réduction hautement significative de 57,6 p. 100 du volume journalier d'égouttage et un gain de 128 secondes sur le temps de traite journalier. La conception particulière de ce manchon — corps étroit de forme conique surmonté d'une gorge de grand volume — apparaît donc constituer l'une des solutions possibles pour éviter en fin de traite l'étranglement de la base du trayon et accroître sa friction avec le corps du manchon.

A l'inverse, le manchon D à corps de section préflambée, comparé au modèle C, augmente le temps de traite journalier de 2,88 mn et le volume d'égouttage de 155 p. 100. Ces différences très importantes sont susceptibles d'influencer directement la productivité du trayeur (réduction du temps consacré à l'égouttage) et le choix d'une technique de traite (possibilité de supprimer l'égouttage). Elles conditionnent également la conception de la salle de traite car le manchon C permet de diminuer de 20 p. 100 le nombre des faisceaux trayeurs nécessaires pour atteindre une productivité donnée (1).

Le faible avantage des manchons de grand diamètre (A et B), en ce qui concerne l'écoulement du lait machine est compensé par un mauvais égouttage et ces modèles sont globalement classés entre le manchon conique (C) et le manchon préflambé (D).

Enfin, avec la méthode de nettoyage utilisée, aucune différence significative n'est mise en évidence en ce qui concerne l'état de propreté bactériologique des manchons. De même, durant les périodes expérimentales courtes (14 jours) aucune incidence significative du manchon sur l'état sanitaire de la mamelle (apprécié au moyen du C.M.T.) n'a pu être constatée.

Accepté pour publication en juin 1977

Remerciements

Nous exprimons notre reconnaissance au personnel de l'étable du Rheu pour la collaboration précieuse apportée à la réalisation de ce travail.

Summary

Effect of the teat-cup liner on milking characteristics of french friesland black and white cows

Milking characteristics of 4 teat-cup liners (fig. 1) were studied using a 4 × 4 latin square during 4 successive periods of 14 days on 16 French Friesian black and white cows milked without udder preparation.

The results (tabl. 1) show that :

— Liner C, with a narrow conical body and a large mouthpiece volume reduced the stripping volume by 57,6 p. 100 and decreased the daily total milking time by 128 secondes when compar-

(1) Le nombre de faisceaux trayeurs est proportionnel au temps total de traite.

ed with the mean obtained with the 3 other liners. The peculiar design of this liner might increase the friction between the teat and the liner body during milking and attenuate the strangling of the teat by the mouthpiece lip at the end of milking.

— Liner D, with a narrow but oval body (precollapsed section) gave the worst results considering the total milking time, the stripping volume, the milk flow rate and the latency time. In spite of the large pulsation ratio (75 p. 100), it appeared that the opening of this liner remained inadequate.

— No significant differences were found between liners A and B, designed with a large bore body. The performances were intermediate between those observed with liners C and D. The good conditions of machine milk flow rate were compensated by an increase of the stripping time.

— In our experimental conditions, the liner design did not seem to influence the bacteriological cleanliness of the liner and the sanitary conditions of the udder controlled by the C.M.T.

Références bibliographiques

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1972. *Standard methods for examination of dairy products*. 13th Edition 108-112. Washington.
- CLAYDON T. J., 1953. Method for studying factors that influence the sanitary condition of milking machine teat cup liners. *J. Dairy Sci.*, **36**, 391-401.
- CLEGG L. F. I. et COUSINS C. M., 1968. Cleaning of milking machines, 191-232, *Proc. Symp. on milking Machine*, Nat. Inst. for Res. in Dairying Reading.
- DEBAUCHE R. DARRACQ J., 1974. *Caractéristiques des manchons trayeurs commercialisés en France*. I.T.E.B., 71 p. Paris.
- DODD F. M. et CLOUGH P. A., 1959. Use of the milking machine, in « *Machine Milking* », 56-104, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Bull., n° 177.
- GRAF G. C. et LAWSON D. M., 1968. Factors affecting intrammary pressure. *J. Dairy Sci.*, **51**, 1672-1675.
- KITTS W. D., MERRIMAN M. et PERRY S. C., 1963. Studies on the intrammary pressure of dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, **43**, 47-55.
- LABUSSIÈRE J. et MARTINET J., 1964. Description de deux appareils permettant le contrôle automatique des débits de lait au cours de la traite à la machine. Premiers résultats obtenus chez la brebis. *Ann. Zootech.*, **13**, 199-212.
- LABUSSIÈRE J. et RICHARD Ph., 1965. La traite mécanique : aspects anatomiques, physiologiques et technologiques. Mise au point bibliographique. *Ann. Zootech.*, **14**, 63-126.
- LANGTON W. E., 1969. Improvements in teat cup liners for milking apparatus. *Br. Pat.*, **1** 161 118.
- MCGRATH D. et O'SHEA J., 1972. Effect of teat-cup liner design on milking characteristics. *Ir. J. Agric. Res.*, **11**, 339-349.
- MEIN G. A., THIEL C. C., WESTGARTH D. R. et FULFORD ROSEMARY J., 1973. Friction between the teat and teatcup liner during milking. *J. Dairy Res.*, **40**, 191-206.
- RICHARD J. et AUCLAIR J., 1964. Observations sur l'emploi de différents produits de nettoyage et de désinfections des machines à traire. *Lait.*, **44**, 593-608.
- RICHARD J. et AUCLAIR J., 1966. Problèmes posés par le nettoyage et la désinfection des gobelets-trayeurs. 17^e Congr. Intern. Lait., E/F/ 445-451.
- SCHMIDT G. H., GUTHRIE R. S. et GUEST R. W., 1963. Effect of teat cup liner diameter and mouth piece on the milking rate, machine stripping and mastitis of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **26**, 1064-1068.
- SKROMAN A. A., GALVAN B. I. et ZALTSMAN G. R., 1967. Teat cup liner. *Russ. Pat.*, **3** 474 760.
- THIEL C. C., 1974. Mechanics of the action of the milking machine cluster. *Bienn. Rev. Natn. Inst. Res. Dairy*, 35-57.
- TOWSEND F. S., 1969. A mathematical modeling approach to the study of the mechanics of milking. 89 p. *University microfilms inc., Ann. Arbor., Michigan*.