

## **Aptitude des chèvres de race Saanen à la traite mécanique. Relations avec les caractéristiques physiques du trayon.**

J. LE DU et B. BENMEDERBEL

avec la collaboration technique de Y. DANO, J.F. COMBAUD et R. TESSONNIÈRE

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

### **Résumé**

L'aptitude à la traite en fonction des caractéristiques du trayon est étudiée dans un troupeau de 46 chèvres de race *Saanen* à la 3<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaine de lactation.

— Le vide à appliquer sous le trayon pour obtenir un début d'écoulement du lait apparaît élevé (35 kPa en moyenne) (tabl. 1). Ceci peut expliquer que certains animaux sont difficiles à traire à la machine car en début de lactation, 35 p. 100 nécessitent un vide supérieur à 44 kPa. Ensuite, l'aptitude du canal du trayon à s'ouvrir croît avec le stade de lactation.

— L'ouverture du canal du trayon est plus facile pour les trayons longs et minces possédant une extrémité compressible et de faible volume (tabl. 2). Ces caractéristiques morphologiques, qui sont corrélées avec le vide n'évoluent pas au cours de la lactation (tabl. 1).

— On peut envisager de retenir la mesure du vide permettant le début de l'écoulement du lait comme critère d'aptitude à la traite en raison des corrélations avec le débit ( $r = -0,40$ ) et le temps de traite ( $r = 0,36$ ) (tabl. 2). Les mesures s'effectuent rapidement (30 à 35 chèvres à l'heure) à l'aide d'un équipement facile à manier.

*Mots clés : Chèvre, trayon, aptitude à la traite, traite, mamelle.*

### **I. Introduction**

Dans un troupeau, l'aptitude à la traite implique que les temps de traite soient aussi faibles que possible et homogènes. Avec les méthodes de sélection basées sur le chronométrage, les caractéristiques propres à l'animal sont masquées par les effets du milieu : fonctionnement de la machine à traire, habileté du trayeur et conduite d'élevage.

Pour la vache, une bibliographie abondante montre que la vitesse d'écoulement du lait est liée à certaines des propriétés du trayon (LABUSSIÈRE & RICHARD, 1965 ;

NAITO *et al.*, 1965 a ; NOTSUKI & GOTO, 1967 a, b ; BONELLI, 1979). L'étude de celle-ci offre donc une possibilité de porter un jugement sur l'aptitude à la traite.

— Le canal du trayon a une incidence marquée sur le débit d'écoulement du lait. Ainsi, en insérant des canules identiques dans les trayons, BAXTER *et al.* (1950) démontrent que les temps de traite deviennent plus homogènes.

La section du canal du trayon peut être mesurée en y introduisant des sondes de conceptions diverses. Elle est corrélée positivement avec le débit d'écoulement du lait (ANDREAE, 1958 ; JOHANSSON & MALVEN, 1960 ; NOTSUKI & GOTO, 1967 a, b ; NAITO *et al.*, 1965 a).

— L'étude de la morphologie de l'extrémité du trayon montre que le débit d'écoulement du lait serait accru lorsque le volume global des tissus entourant le canal du trayon diminue (KHUNE, 1959 ; LOPPNOW, 1959 ; McDONALD, 1968 a, b, 1975).

Selon NOTSUKI & GOTO (1967 a, b), NAITO *et al.* (1965 a), l'élasticité de l'extrémité du trayon appréciée en appliquant une contrainte sur les tissus (suction ou compression) convient mieux que la mesure de la section du canal pour évaluer le débit d'écoulement du lait. Quelques mesures effectuées par NAITO *et al.* (1965 b) montrent que ces dernières conclusions sont également valables pour la chèvre.

Les études de ce type présentent un intérêt particulier pour l'espèce caprine dont les trayons sont en général de formes très hétérogènes. En conséquence, notre travail a pour objectif de préciser l'incidence de certaines caractéristiques du trayon sur l'aptitude à la traite.

## II. Matériel et méthodes

### A. Animaux

En février, les mises bas, étant groupées pendant une période de 12 jours, 46 chèvres de race *Saanen*, sont traites à la machine après une période d'allaitement de 48 heures. La répartition des animaux en fonction du numéro de lactation est la suivante : 1<sup>o</sup> lactation : 2 chèvres ; 2<sup>o</sup> : 13 ; 3<sup>o</sup> : 16 ; 4<sup>o</sup> : 5 ; 5<sup>o</sup> : 6 ; 6<sup>o</sup> : 3 ; 7<sup>o</sup> : 1.

### B. Technique et matériel de traite

La traite s'effectue à 7 h 30 et 16 h 30, après distribution d'aliment concentré et sans massage de la mamelle. Un égouttage machine est pratiqué avant la dépose des gobelets.

La salle de traite est constituée de 12 stalles équipées de 6 faisceaux-trayeurs montés sur un lactoduc disposé sous le quai. Les principales caractéristiques de l'installation sont les suivantes : pompe à vide de 475 l/mn à 50 kPa ; griffe en bronze sans entrée d'air et de faible volume intérieur, manchons n° 960012 de marque Alfa-Laval ; niveau de vide de 50 kPa, vitesse de pulsation de 60 p/min ; rapport de pulsation de 70 p. 100.

### C. Protocole expérimental

Les paramètres de traite et les caractéristiques du trayon sont mesurés une fois à la traite du matin pendant la 3<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaine de lactation.

#### 1. Paramètres de traite

Le temps total de traite (secondes) est chronométré entre la pose du 2<sup>e</sup> gobelet et sa dépose. La production laitière (ml) est mesurée dans une éprouvette graduée. Le débit moyen correspondant est exprimé en litres par minute.

#### 2. Caractéristiques du trayon

Les mesures sont effectuées dans l'heure qui précède la traite du matin.

— L'inclinaison du trayon avec la verticale est relevée avec un rapporteur d'angle pivotant. L'angle, exprimé en degrés, est noté positivement lorsque le trayon est incliné vers l'avant.

— La hauteur au sol (cm) est la distance séparant le sol de l'extrémité du trayon.

— La longueur du trayon (mm) est mesuré dans un tube transparent de 30 mm de diamètre (fig. 1).

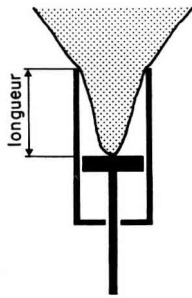


FIG. 1

*Mesure de la longueur du trayon (en mm) dans un tube gradué de 30 mm de diamètre intérieur.*

*Measurement of the teat length (mm) in a graduated tube with an internal diameter of 30 mm.*

— Pour apprécier la section de l'extrémité du trayon, le profil latéral de celui-ci est reproduit sur une plaque en plastique transparent. La surface de l'extrémité (cm<sup>2</sup>) est relevée au planimètre sur une hauteur de 40 mm (fig. 2).

— La rigidité de l'extrémité du trayon (mm) est mesurée à l'aide d'un compas d'épaisseur à ressorts (fig. 3).

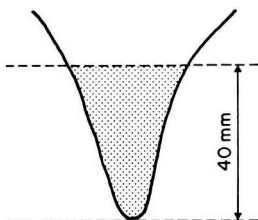


FIG. 2

*Mesure de la section de l'extrémité du trayon.*

*Measurement of the teat and section.*

Le profil du trayon étant reproduit sur un papier calque, une droite perpendiculaire à l'axe du trayon est tracée à 40 mm de l'extrémité de celui-ci. La section du trayon correspond à l'aire hachurée (cm<sup>2</sup>).

*The teat contours are drawn on a tracing-paper. A line perpendicular to the teat axis is drawn at 40 mm from the teat end. The teat end section is the hatched surface (cm<sup>2</sup>).*

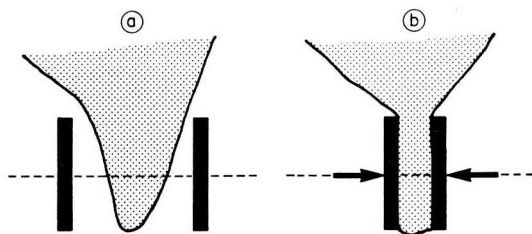


FIG. 3

*Mesure de la rigidité du trayon (mm).*

*Measurement of teat stiffness (mm).*

L'extrémité du trayon est présentée entre les 2 disques d'un compas d'épaisseur à ressort (a). La rigidité correspond à la distance entre les deux disques lorsque la force de compression est de 2,1 kg (b) (diamètre des disques : 30 mm).

*The teat end is introduced between 2 discs of thickness spring gauge (a). The stiffness is given by the distance between the 2 discs when a load of 2.1 kg is applied (discs diameter : 30 mm).*

— Pour évaluer la résistance du canal du trayon à l'ouverture quelques jets de lait sont extraits du pis puis le trayon est placé dans un gobelet de 40 mm de diamètre. Un vide augmentant d'environ 1 kPa par seconde est appliqué sous le trayon. Le niveau de vide (kPa) correspondant à l'écoulement des premières gouttes de lait représente la résistance du canal du trayon à s'ouvrir sous l'effet du vide.

III. Résultats et discussion

A. Valeurs moyennes. Incidence du stade de lactation

Les trois séries de mesures étant groupées durant la première moitié de la lactation, le stade de lactation n'a pas d'incidence significative sur les paramètres de traite (production, temps, débit) ou sur les caractéristiques dimensionnelles du trayon (tabl. 1). Toutefois, la longueur de celui-ci a tendance à croître avec le stade de lactation (non significatif). Dans 70 p. 100 des cas le trayon est plus long en 13<sup>e</sup> semaine qu'en 3<sup>e</sup> semaine.

TABLEAU 1

Valeurs moyennes des critères mesurés à chacune des 3 périodes et moyennes des mesures effectuées en 3<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaine de lactation.

Mean values of the parameters measured at each of the 3 periods and means of the measurements made during the 3rd, 8th and 13th week of lactation.

		Stade de lactation Lactation stage			Moyennes Means	
		3 <sup>e</sup> sem. 3rd week	8 <sup>e</sup> sem. 8th week	13 <sup>e</sup> sem. 13th week		
Caractéristiques du trayon Teat characteristics	Inclinaison (degré) .....	x	15,8	18,2	16,2	16,8
	<i>Inclination (degree)</i>	$\sigma$	10,3	10,9	11,6	9,9
	Distance au sol (cm) .....	x	25,3	24,9	25,1	25,2
	<i>Distance to ground (cm)</i>	$\sigma$	3,4	3,5	3,6	3,4
	Longueur (mm) .....	x	31,2	32,8	34,3	32,8
	<i>Length (mm)</i>	$\sigma$	8,3	7,4	8,9	7,7
	Rigidité (mm) .....	x	4,53	4,57	4,51	4,54
	<i>Stiffness (mm)</i>	$\sigma$	0,61	0,62	0,55	0,52
Section de l'extrémité du trayon (cm <sup>2</sup> ) .....		x	86,9	92,0	91,0	90,2
<i>Teat end section (cm<sup>2</sup>)</i>		$\sigma$	15,6	15,2	15,2	12,0
Vide pour l'ouverture (kPa) (*)		x	37,9	35,1	30,8	34,6
<i>Vacuum for canal opening (kPa)</i>		$\sigma$	10,5	10,8	7,7	8,8
Paramètres de traite Milking paramet.	Production laitière (matin) (l) ..	x	1,800	1,800	1,73	1,78
	<i>Milk production (morning) (l)</i>	$\sigma$	0,62	0,61	0,58	0,55
	Temps de traite (matin) (sec.) .	x	122,4	125,6	115,3	121,1
	<i>Milking time (morning) (sec.)</i>	$\sigma$	45,3	56,6	47,3	45,2
Débit moyen (matin) (l/mn) ..		x	0,930	0,944	0,943	0,939
<i>Mean flow rate (morning) (l/min)</i>		$\sigma$	0,378	0,418	0,312	0,287

(\*) La seule différence significative concerne le vide pour ouvrir le canal. La différence est significative entre la 8<sup>e</sup> et la 13<sup>e</sup> semaine (P < 0,05); entre la 3<sup>e</sup> et la 13<sup>e</sup> semaine (P < 0,01).

*The only significant difference concerns the vacuum required for canal opening. The difference is significant between the 8th and 13th week (P < 0.05); between the 3rd and 13th week (P < 0.01).*

L'écart-type (45 degrés de liberté) est indiqué pour chaque valeur.  
*The standard deviation (45 d.f.) is indicated.*

Le vide minimum provoquant le début de l'écoulement du lait décroît avec le stade de lactation ( $P < 0,01$ ) sans que le débit du lait soit affecté (tabl. 1). Il n'existe pas de référence en ce qui concerne la chèvre. Cet effet pourrait résulter d'une modification de l'anatomie du trayon avec l'âge de l'animal, conjuguée avec l'utilisation quotidienne de la machine à traire.

Il est à souligner que le vide permettant d'ouvrir le canal du trayon nous semble très élevé : moyenne de 34,6 kPa ; coefficient de variation de 25,2 p. 100. Avec le même équipement, BONELLI (1979) a observé chez la vache une valeur moyenne de 16,5 kPa ; coefficient de variation de 52 p. 100.

La variabilité entre animaux pourrait expliquer que certaines chèvres se traitent mal avec les niveaux de vide couramment utilisés pour la traite : 44 à 50 kPa. Ainsi, en 3<sup>e</sup> semaine, l'écoulement du lait nécessite un vide supérieur à 44 kPa pour 35 p. 100 des chèvres ; 50 kPa pour 15 p. 100 des chèvres. En 13<sup>e</sup> semaine, ces proportions sont respectivement de 11 et 4 p. 100.

### B. *Corrélations entre les paramètres mesurés*

Il n'existe pas de différences significatives entre les corrélations calculées à la 3<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaine. En conséquence, nous présentons les corrélations entre les valeurs moyennes établies à partir des 3 séries de mesures. L'examen du tableau 2 montre que :

— Les 3 corrélations significatives entre les paramètres de traite (production, temps, débit) ont le même ordre de grandeur que celles qui sont classiquement admises (BOUILLON & RICORDEAU, 1970 ; FLAMANT, 1974).

— Les trayons dont le canal s'ouvre le plus facilement sont les plus longs ( $r = -0,35$  entre la longueur mesurée dans un tube de 30 mm de diamètre et le vide). L'extrémité de ces trayons est compressible (\*) ( $r = 0,36$  entre la rigidité et le vide). Le volume des tissus est faible ( $r = 0,29$  entre la section de l'extrémité et le vide). Ces conclusions sont en parfait accord avec les résultats établis chez la vache (KHUNE, 1959 ; LOPPNOW, 1959 ; McDONALD, 1968 a, b, 1975). Il en résulte que la corrélation entre la longueur du trayon et le volume de son extrémité est élevée ( $r = -0,74$ ).

— Les trayons dont l'extrémité est rigide sont les moins distants du sol ( $r = -0,29$ ) et les moins inclinés par rapport à la verticale ( $r = -0,45$ ). Par contre, il n'existe pas de corrélation entre la rigidité mesurée en appliquant une contrainte aux tissus du trayon et la caractéristique dimensionnelle que représente le volume de l'extrémité. Cette contradiction apparente pourrait s'expliquer en admettant qu'il existe entre chèvres une grande variabilité de l'élasticité des tissus.

— Parmi les caractéristiques des trayons, seule la mesure du vide permettant son ouverture est corrélée significativement avec le débit du lait ( $r = -0,40$ ). Les corrélations sont semblables quel que soit le stade de lactation ( $r = -0,39$  ;  $r = -0,37$  et  $r = -0,36$  en 3<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaine avec une mesure). En outre, le temps de traite croît avec le vide ( $r = 0,36$ ). La corrélation a tendance à être plus élevée en 3<sup>e</sup> ( $r = 0,40$ ) et en 8<sup>e</sup> semaine ( $r = 0,36$ ) qu'en 13<sup>e</sup> semaine ( $r = 0,23$ ).

(\*) Une extrémité de trayon compressible est caractérisée par une rigidité (mm) peu élevée (fig. 3).

TABLEAU 2

Corrélations entre les paramètres mesurés.  
Correlations between the measured parameters.

	Inclinaison du trayon <i>Teat inclination</i>	Distance au sol <i>Distance to ground</i>	Longueur du trayon <i>Teat length</i>	Rigidité du trayon <i>Teat stiffness</i>	Section de l'extrémité du trayon <i>Teat end section</i>	Vide pour l'ouverture du trayon <i>Vacuum for canal opening</i>	Production laitière <i>Milk production</i>	Temps de traite <i>Milking time</i>
Distance au sol . . . . . <i>Distance to ground</i>	0,20							
Longueur du trayon . . . . . <i>Teat length</i>	—0,06	0,26						
Rigidité du trayon . . . . . <i>Teat stiffness</i>	—0,45**	—0,29*	—12					
Section de l'extrémité du trayon . . . . . <i>Teat end section</i>	0,05	—0,21	—0,74***	0,04				
Vide pour l'ouverture du canal . . . . . <i>Vacuum for canal opening</i>	0,03	0,01	—0,35*	0,36*	0,29*			
Production laitière . . . . . <i>Milk production</i>	—0,09	—0,41**	—0,10	0,27	0,10	0,01		
Temps de traite . . . . . <i>Milking time</i>	—0,08	—0,40**	—0,34*	0,33*	0,22	0,36*	0,63***	
Débit moyen . . . . . <i>Mean flow rate</i>	—0,05	0,01	0,20	0,03	—0,14	—0,40**	0,46**	—0,33**

Chaque paramètre est défini par la moyenne des mesures effectuées en 3<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> semaine de lactation.  
Each parameter is represented by the means of measurements made during the 3rd, 8th and 13th week of lactation.  
Corrélations significatives avec 45 d.l.  
Significant correlations with 45 d.f.

- \* Seuil 0,05.  
Level 0,05.
- \*\* Seuil 0,01.  
Level 0,01.
- \*\*\* Seuil 0,001.  
Level 0,001.

— Les autres corrélations significatives entre les paramètres de traite et les caractéristiques du trayon s'interprètent logiquement dans le contexte de nos conclusions précédentes. Un temps de traite long est associé à un trayon court ( $r = -0,34$ ), dont l'extrémité est rigide ( $r = 0,33$ ). Enfin, on sait que la production augmente avec le volume mammaire. Le développement de la glande étant limité latéralement par les cuisses, s'effectue donc dans l'axe libre et en particulier vers le bas. Il en résulte que la distance au sol décroît lorsque la production laitière et le temps de traite augmentent ( $r = -0,41$  avec la production ;  $r = -0,40$  avec le temps).

### C. Possibilités d'estimer la facilité de traite

Le débit et le temps de traite sont les critères couramment retenus pour la sélection sur la facilité de traite. Toutefois, dans les conditions d'élevage en ferme, les mesures sont longues à effectuer et d'une faible précision (FLAMANT, 1974).

Pour exprimer le débit ou le temps de traite en fonction de caractères plus faciles à mesurer, plusieurs régressions linéaires ont été étudiées. Pour des modèles suffisamment performants, la production et le vide doivent être introduits respectivement comme première et seconde variables explicatives. Les autres caractéristiques du trayon n'accroissent pas significativement la précision de prédiction (au seuil  $P < 0,01$ ).

Deux équations établies à partir des moyennes obtenues pour chaque animal ont été retenues :

Temps =  $-33,028 + 50,717^{***}p + 1,846^{***}v$  avec  $r^2 = 0,517^{***}$ , la variation expliquée est de 39,01 p. 100 pour la production  $p$  ; de 12,69 p. 100 pour le vide  $v$  (erreur-type de l'estimation : 32,12 avec 45 d.l.).

Débit =  $0,9727 + 0,2414^{***}p - 0,01336^{***}v$  avec  $r^2 = 0,376^{***}$ , la variation expliquée est de 21,12 p. 100 pour la production  $p$  ; de 16,49 p. 100 pour le vide  $v$  (erreur-type de l'estimation : 0,232 avec 45 d.l.).

Dans les deux cas, l'examen des résidus par le test de Durbin-Watson rapporté par LABROUSSE (1972) permet d'accepter l'hypothèse d'indépendance des erreurs ( $P < 0,01$ ).

Compte tenu de la liaison existant entre le débit et la quantité de lait, sur les chèvres, BOUILLON & RICORDEAU (1970) proposent une correction des débits par la régression sur la quantité de lait contrôlée. Nos résultats montrent que l'élasticité du canal du trayon explique une part significative de la variation des débits et des temps de traite. On pourrait donc envisager de retenir ce critère facile à mesurer pour la sélection si les liaisons phénotypiques (et génotypiques) avec la facilité de traite étaient précisées sur des effectifs plus importants.

## IV. Conclusions

Certains des résultats obtenus au cours de notre étude permettent de mieux cerner les facteurs qui conditionnent l'aptitude à la traite chez la chèvre.



— Le canal du trayon semble plus difficile à ouvrir que chez la vache. Ceci peut expliquer que certains animaux sont difficiles à traire à la machine puisque le vide permettant l'écoulement du lait est supérieur à 44 kPa pour 35 p. 100 des chèvres en début de lactation. L'aptitude du canal du trayon à s'ouvrir croît avec le stade de lactation.

— L'écoulement du lait est plus facile pour les trayons étroits possédant une extrémité compressible et un volume de tissus peu important autour du canal de trayon. Ces caractéristiques n'évoluent pas entre la 3<sup>e</sup> et la 13<sup>e</sup> semaine de lactation.

— La mesure du vide nécessaire pour obtenir un début d'écoulement du lait pourrait éventuellement convenir comme critère d'aptitude à la traite en raison des corrélations avec le débit ( $r = -0,40$ ) et le temps de traite ( $r = 0,36$ ). La mesure s'effectue rapidement (30 à 35 chèvres à l'heure) en dehors de la traite, avec un équipement facile à manier. Il serait toutefois indispensable de tenir compte de la production de lait qui est également très corrélée avec le débit ( $r = 0,46$ ) et le temps de traite ( $r = 0,63$ ).

Aucune étude analogue ne semble avoir été réalisée dans l'espèce caprine. Ce travail demanderait donc à être poursuivi pour préciser notamment les possibilités réelles de sélection sur le caractère facilité de traite à partir des caractéristiques morphologiques de la mamelle.

### Remerciements

Nous exprimons notre reconnaissance au personnel de la ferme expérimentale de Brouessy (I.N.R.A.) dont la collaboration nous a été précieuse.

### Summary

#### *Milkability of Saanen goats : relationships with teat characteristics*

Relationships between teat characteristics of 46 Saanen goats and their milkability were investigated at 3, 8 and 13 weeks of lactation.

— The beginning of milk flow was obtained when a relatively high vacuum was applied to the teat end (35 kPa) (tabl. 1). This difficult opening of the teat canal could explain the poor milkability of some goats. At the beginning of lactation 35 p. 100 of the goats needed a vacuum of more than 44 kPa. When goats advanced in lactation, the stretchability of the teat canal increased.

— The opening of the teat canal was easier for thin teat with teat ends of a small volume and thin walls (tabl. 2). These characteristics correlated with the teat canal stretchability remained constant during lactation (tabl. 1).

— Measurement of the vacuum required for opening the teat canal might be a practical test for selection on milk flow rate ( $r = -0,40$ ) or milking time ( $r = 0,36$ ).

*Key words : Goat, teat, milkability, milking, udder.*

*Reçu en novembre 1983.*

*Accepté en juin 1984.*

### Références bibliographiques

- ANDREAE V., 1958. Messungen am Zitzenkanal von Kühen zur Ermittlung der Melkbarkeit. *Z. Tier. Züchtbiol.*, **71**, 289-298.
- BAXTER E.S., CLARKE P.M., DODD F.H., FOOT A.S., 1950. Factors affecting the rate of machine milking. *J. Dairy Res.*, **17**, 117-127.
- BONELLI A., 1979. *Méthodes d'évaluation de l'aptitude à la traite des vaches laitières en fonction des propriétés physiques du trayon*. Thèse de fin d'études, I.N.R.A., Rennes, p. 31.
- BOUILLON J., RICORDEAU G., 1970. Observations préliminaires sur les caractéristiques de traite des chèvres de race *Saanen* en station de testage. *Bull. Tech. Inf.*, **251**, 417-424.
- FLAMANT J.C., 1974. Amélioration génétique de l'aptitude à la traite chez les brebis et les chèvres. Symp. Traite mécanique des petits ruminants. *Ann. Zootech.*, numéro hors série, 151-157.
- JOHANSSON I., MALVEN P., 1960. The influence of yield, udder pressure, size of teats and of the teat orifice on the rate of milking. *Z. Tierz. Züchtbiol.*, **74**, 1-13.
- KHUNE M., 1959. Strukturverhältnisse im Bereich des Zitzenstrichkanals und ihre Beziehungen zur Melkbarkeit. *Inaug. Vet. Diss., Hannover*, p. 31.
- LABROUSSE C., 1972. *Introduction à l'économétrie*, 42-45, Dunod, Paris.
- LABUSSIÈRE J., RICHARD P., 1965. La traite mécanique. Aspects anatomiques, physiologiques et technologiques. Mise au point bibliographique. *Ann. Zootech.*, **14**, 63-126.
- LOPPNOW H., 1959. Über die Abhängigkeit der Melkbarkeit vom Bau der Zitze. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.*, 88-97.
- MCDONALD J.S., 1968 a. Radiographic method for anatomic study of the teat canal : changes with lactation age. *Am. J. Vet. Res.*, **29**, 1207-1210.
- MCDONALD J.S., 1968 b. Radiographic method anatomic study of the teat canal : observations on 22 lactating dairy cows. *Am. J. Vet. Res.*, **29**, 1315-1319.
- MCDONALD J.S., 1975. Radiographic method for anatomic study of the teat canal : changes between milking periods. *Am. J. Vet. Res.*, **36**, 1241-1242.
- NAITO M., SHODA Y., KIBAYASHI H., FUKUSHIMA Y., NOMURA S., 1965 a. Relationship between various characters of teats and milking characteristics in *Holstein-Friesian* cows. *Jap. J. Zootech. Sci.*, **36**, 495-505 (en japonais).
- NAITO M., SHODA Y., KOBAYASHI H., FUKUSHIMA Y., 1965 b. Changes of milking characteristics and teat characters during lactation in dairy goats. *Jap. J. Zootech. Sci.*, **36**, 170-176 (en japonais).
- NOTSUKI I., GOTO T., 1967 a. Studies on milkability of dairy cows in machine milking. 1. - Some characters of teats in dairy cows. *Bull. Natn. Inst. Ind. Chiba*, **13**, 41-48 (en japonais).
- NOTSUKI I., GOTO T., 1967 b. Studies on milkability of dairy cows in machine milking. 2. - Relationship between characters of teat and milkability in dairy cows. *Bull. Natn. Inst. Ind. Chiba*, **13**, 49-58 (en japonais).