

Machine à traire pour brebis : relations entre les caractéristiques de la pulsation et le mouvement du manchon

J. LE DU
avec la collaboration technique de P. LAMBON

Laboratoire de Recherches sur la Traite,
Centre de Recherches de Rennes, I.N.R.A.
35042 Rennes Cedex (France)

Résumé

Ce travail a pour but la description des mouvements d'un manchon utilisé pour la traite mécanique des brebis en fonction de la pulsation appliquée. Les matériels d'enregistrements et de traite utilisés en laboratoire sont schématisés aux figures 1 et 2.

A chacune des 5 vitesses (V) 60, 90, 120, 150 et 180 p/mn, 50 enregistrements sont effectués en faisant croître le rapport (R) de 20 p. 100 à 85 p. 100.

L'étude des paramètres mesurés (fig. 3 et 4) montre que :

- La considération de R et de V est insuffisante pour quantifier la pulsation.
- A chaque combinaison (R , V) correspondent des valeurs différentes des phases intermédiaires a , b , c et d . En outre, lorsque V est supérieur à 60 p/mn, l'amplitude de la pulsation (Ap) devient inférieure au vide nominal pour les valeurs extrêmes de R .
- La déformation du manchon est asymétrique lorsque celui-ci entre en contact avec le gobelet (fig. 7).
- L'amplitude du mouvement du manchon (Ad) croît avec R et décroît avec V (fig. 8). Il en résulte que pour des combinaisons (R , V) couramment utilisées dans la pratique, ce manchon est caractérisé par un faible déplacement des parois et un maintien prolongé en position fermée (fig. 9).

Il serait prématuré de conclure *a priori* que ces conditions de fonctionnement sont indésirables en l'absence d'informations complémentaires sur les facteurs qui conditionnent la stimulation perçue par la brebis durant la traite.

Introduction

La première machine à traire pour brebis fut introduite en 1932 par FLEURY dans le rayon de Roquefort. Selon GALTIER (1943) le choix d'une vitesse élevée de pulsation (180 p/mn) est motivé par le souci de rester proche des conditions de la succion chez l'agneau afin d'obtenir un temps de traite minimum. Bien que

cette machine se soit imposée en France (BOSC, 1963) ainsi qu'en Israël (FINCI, 1957) et commence à être introduite en Italie (CASU, 1967), puis en Espagne, elle demeure globalement inchangée dans son principe.

Cependant, la traite mécanique des brebis pose encore de nombreux problèmes :

1. — La mise à la traite se traduit en général par une forte congestion des trayons. Il en résulte un traumatisme susceptible de nuire à l'obtention d'un réflexe neuro-endocrinien d'éjection du lait satisfaisant (LABUSSIÈRE, 1969).

2. — L'absence de ce réflexe chez certaines brebis (LABUSSIÈRE et RICORDEAU, 1970) impose des techniques de traite compliquées (massage intermédiaire après la pose des gobelets, puis égouttage à la machine suivi après dépose des gobelets d'un égouttage manuel appelé « repasse ») qui diminuent d'autant la rentabilité de la mécanisation.

Les travaux étrangers relatifs à l'influence de la pulsation sur les caractéristiques de traite ont jusqu'à présent conduit à des résultats disparates (DIMOV, 1963; KOLAR, 1966; SUCCI, CUTRY et ENNE, 1970; SUCCI, ENNE et CUTRY, 1971; ENNE, 1972; CASU et CARTA, 1974; MIKUS, 1974; SAGI, MORAG et SCHMEKEL, 1974; ZAHORSKY, 1974).

Nos propres recherches (LABUSSIÈRE *et al.*, 1974) ont permis de confirmer à la fois sur brebis Préalpes du Sud et brebis Lacaune que le choix de faibles vitesses de pulsation (60 p/mn à 120 p/mn) associées à de faibles rapports (33 p. 100) permet de diminuer les volumes d'égouttage sans affecter la production. L'adoption de telles combinaisons de pulsation pourrait ainsi conduire à supprimer les interventions manuelles encore pratiquées à la fin de la traite.

Toutefois, bien qu'il nous semble que la diminution des phases d'ouverture et de fermeture des manchons ainsi que l'accroissement du temps disponible pour masser le trayon puissent être cause de cet effet bénéfique, il demeure qu'une interprétation satisfaisante ne pourra être fournie sans que nous connaissions parfaitement les facteurs qui constituent la pulsation et les déformations du manchon qui en résultent (LE DU, 1974).

Les résultats rapportés ci-après, décrivent au moyen d'abaques les mouvements du manchon en fonction de la pulsation appliquée (5 vitesses : 60 p/mn, 90 p/mn, 120 p/mn, 150 p/mn, 180 p/mn). Bien qu'une extrapolation au comportement d'autres manchons ne se justifie que du point de vue qualitatif, cette étude devrait cependant conduire à un choix plus objectif des paramètres de fonctionnement de la machine à traire pour brebis.

Matériel et méthodes

A. — Matériel d'enregistrement (fig. 1)

La chaîne de mesure se compose des éléments suivants :

— un capteur de pression Endevco (¹), réf. 8503 ± 40 p.s.i., pour enregistrement de la pulsation;

(¹) Endevco, France, 76, rue des Grands-Champs; 75020 Paris.

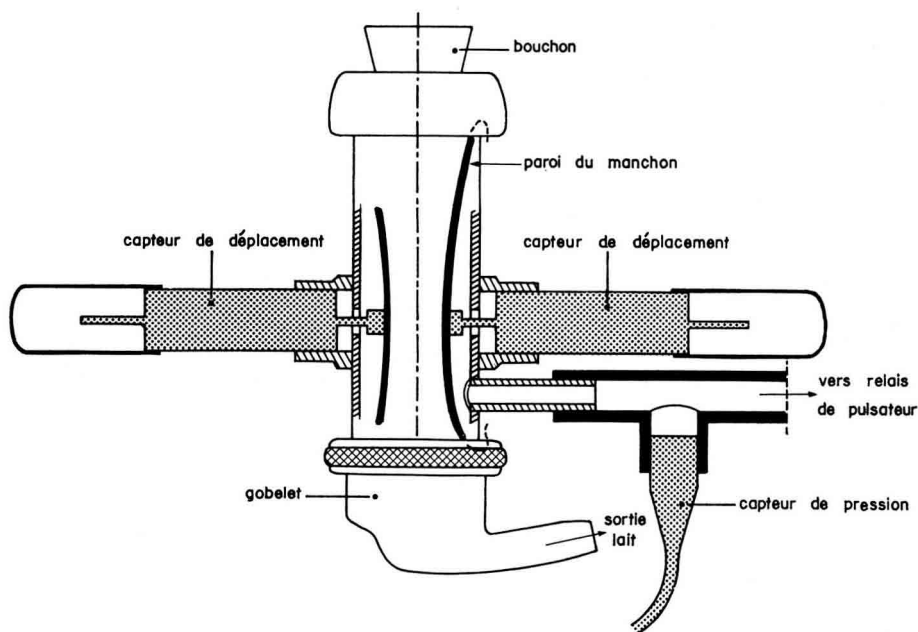


FIG. 1. — Montage du capteur de pression et des deux capteurs de déplacement sur le gobelet trayeur.

- deux capteurs de déplacement linéaire potentiométrique Pye Ether ⁽¹⁾, réf. PD 11, mesurant la distance entre deux parois opposées du manchon;
- trois ponts d'extensiométrie Sedeme ⁽²⁾, réf. T.S. 26;
- un enregistreur oscillographique à trace directe, Southern Instruments ⁽²⁾ type 10-400, équipé de galvanomètres à amortissement fluide type SMI/M.

Les débits d'air sont mesurés à l'aide d'un débitmètre à orifices Empel ⁽³⁾ couplé à un manomètre à colonne de mercure.

B. — Matériel de traite

Les caractéristiques de l'installation de laboratoire utilisée (fig. 2) sont les suivantes :

- pompe à vide Alfa-Laval ⁽⁴⁾ type VP 76;
- variateur électronique de vitesse prototype construit par S.E.E.R.A. ⁽⁵⁾, permettant de faire varier le débit de la pompe de façon continue de 100 l/mn à 1 400 l/mn;

⁽¹⁾ Phymétron, 7, rue Sorbier; 75020 Paris.

⁽²⁾ Sedeme, 9 bis et 11, rue Simonet; 75013 Paris.

⁽³⁾ Empel, 23, Euclid Avenue; Hamilton; Nouvelle-Zélande.

⁽⁴⁾ Alfa-Laval, 62-70, rue Yvan-Tourgueneff; 78380 Bougival.

⁽⁵⁾ S.E.E.R.A., Le Boël, 35 Pont-Rean.

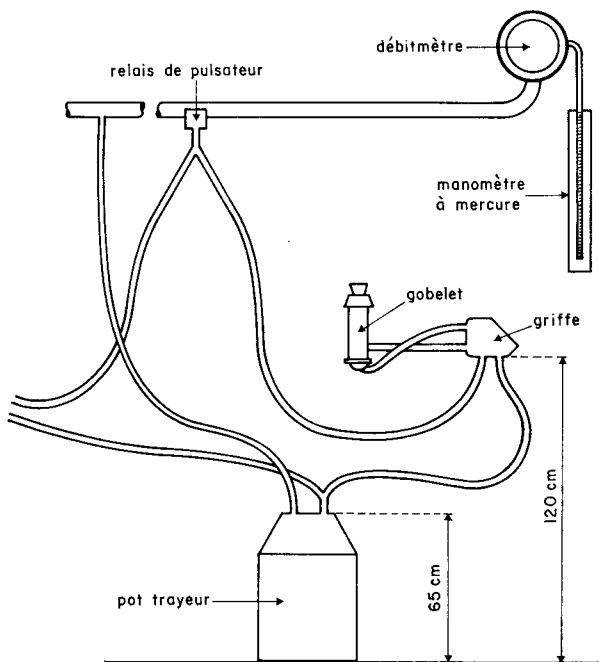


FIG. 2. — Disposition des éléments du montage expérimental de traite.

— maître pulsateur prototype construit par S.E.E.R.A. avec possibilité de variation continue des rapports et des vitesses (respectivement 30 p. 100 à 90 p. 100 et 30 p/mn à 300 p/mn);

— relais électromagnétique Alfa-Laval, n° 26240, commandant deux faisceaux trayeurs équipés de gobelets type 26895 en plastique transparent et de manchons n° 25200, dont l'embouchure est obstruée par un bouchon.

C. — Méthodes expérimentales

Le débitmètre étant réglé pour que le régulateur de vide laisse pénétrer 210 l/mn d'air dans l'installation, le niveau de vide est maintenu à 380 ± 1 cm Hg par action sur le variateur de commande de la pompe.

A chacune des 5 vitesses étudiées (60, 90, 120, 150 et 180 p/mn) deux séries de 25 enregistrements sont effectuées sur un manchon en faisant croître le rapport de 20 p. 100 à 85 p. 100.

Pour chaque enregistrement, les paramètres mesurés, relatifs à la pulsation sont définis selon les recommandations de la Fédération Internationale de Laiterie (normes F.I.L.-I.D.F., 56 : 1970) :

— V : la vitesse de pulsation est exprimée en nombre de pulsations par minute (p/mn).

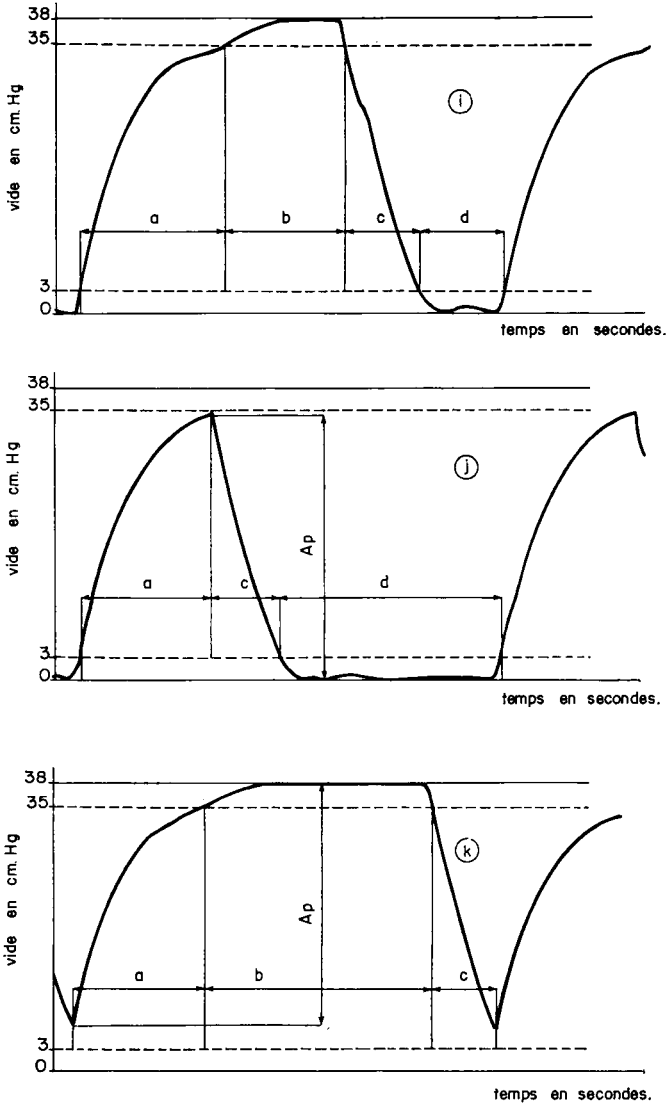


FIG. 3. — Aspect des 3 types de courbes de pulsation enregistrées

- (i) La pulsation varie entre le vide nominal et la pression atmosphérique.
 (j) La valeur maximale du vide est inférieure au vide nominal d'où $b = 0$.
 (k) La valeur minimale du vide n'atteint pas la pression atmosphérique d'où $d = 0$.

— a , b , c et d (fig. 3) : la durée de chacune des phases de la pulsation est exprimée en pourcentage de la durée totale du cycle de pulsation (p. 100) :

- a : application de la succion (transition massage-succion);
- b : succion (vide de traite dans l'espace annulaire du gobelet);
- c : application du massage (transition succion-massage);
- d : massage (pression atmosphérique dans l'espace annulaire du gobelet).

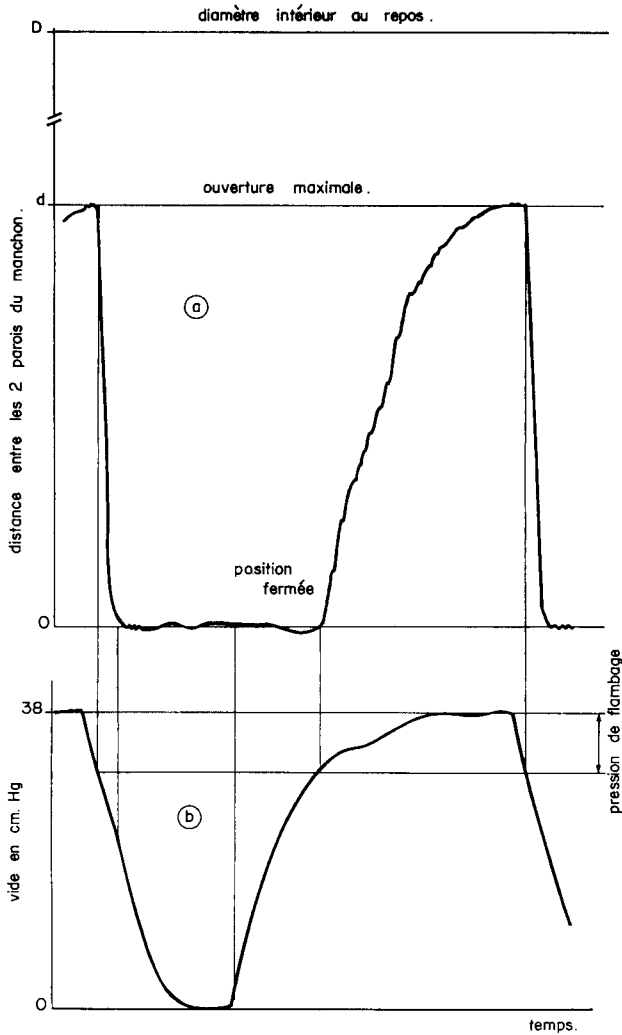


FIG. 4. — Aspect des enregistrements du mouvement du manchon (a) en relation avec la pulsation (b).

$$Df = \frac{t}{T} = \frac{\text{Durée de la fermeture}}{\text{Durée totale du cycle}} \text{ (exprimée en p. 100).}$$

$$Ad = \frac{d}{D} = \frac{\text{Amplitude maximale du déplacement}}{\text{Diamètre intérieur au repos}} \text{ (exprimée en p. 100)}$$

— R : (fig. 3) le rapport de pulsation, égal à $\frac{a+b}{a+b+c+b}$, est exprimé en pourcentage du cycle de pulsation (p. 100).

— Ap : (fig. 3) l'amplitude de la pulsation, mesurée en cm Hg, est égale à la différence entre le vide maximum et le vide minimum de pulsation.

En outre, le mouvement du manchon est défini au moyen des paramètres suivants :

— Df : (fig. 4) la durée de la fermeture du manchon, égale au temps durant lequel celui-ci se maintient en position fermée (t) divisé par la durée totale (T) du cycle de pulsation. $\left(Df = \frac{t}{T}, \text{ en p. } 100\right)$.

— Ad : (fig. 4) l'amplitude du déplacement du manchon, exprimée en p. 100, est égale à $\frac{d}{D}$. La distance d est celle qui sépare les deux parois intérieures du manchon entre la position d'ouverture et celle de fermeture tandis que D représente le diamètre intérieur du manchon monté dans son gobelet, lorsqu'on ne fait agir ni le vide, ni la pulsation. Avec le manchon étudié, D est égal à 17 mn.

Résultats

A. — Phases et rapport de pulsation

Les phases a et c sensiblement indépendantes du rapport R pour la vitesse 60 p/mn, passent aux autres vitesses par une valeur maximale d'autant plus grande que la vitesse est élevée (fig. 5 a et c).

A rapport constant les phases b et d diminuent lorsque la vitesse augmente et apparaissent respectivement proportionnelles à R et $1/R$ (fig. b et d). Signalons que ces deux phases peuvent être nulles, et ceci dans le cas de combinaisons fréquemment utilisées dans la pratique (exemple : $b = 0$ pour $V = 180$ p/mn et $R = 50$ p. 100).

B. — Amplitude de la pulsation

A 60 p/mn, l'amplitude A_p de la pulsation égale au vide nominal de 38 cm Hg est indépendante du rapport tandis qu'aux autres vitesses, A_p demeure inférieure à 38 cm Hg (fig. 6). Il apparaît qu'à une vitesse donnée, aux faibles rapports, le vide maximum dans la chambre de pulsation n'atteint pas la valeur nominale de 38 cm Hg durant la « suction » (fig. 3 j), tandis qu'aux rapports élevés le vide ne décroît pas jusqu'à la pression atmosphérique durant le « massage » (fig. 3 k).

C. — Déformée de la section du manchon

La fermeture débute par un flambement radial de la section à l'issue duquel le manchon entre en contact avec la surface intérieure du gobelet (fig. 7 a). La déformation se poursuit ensuite soit par un flambement latéral du manchon autour de son axe (fig. 7 b et c), soit par une torsion de la section autour de son centre (fig. 7 d et e).

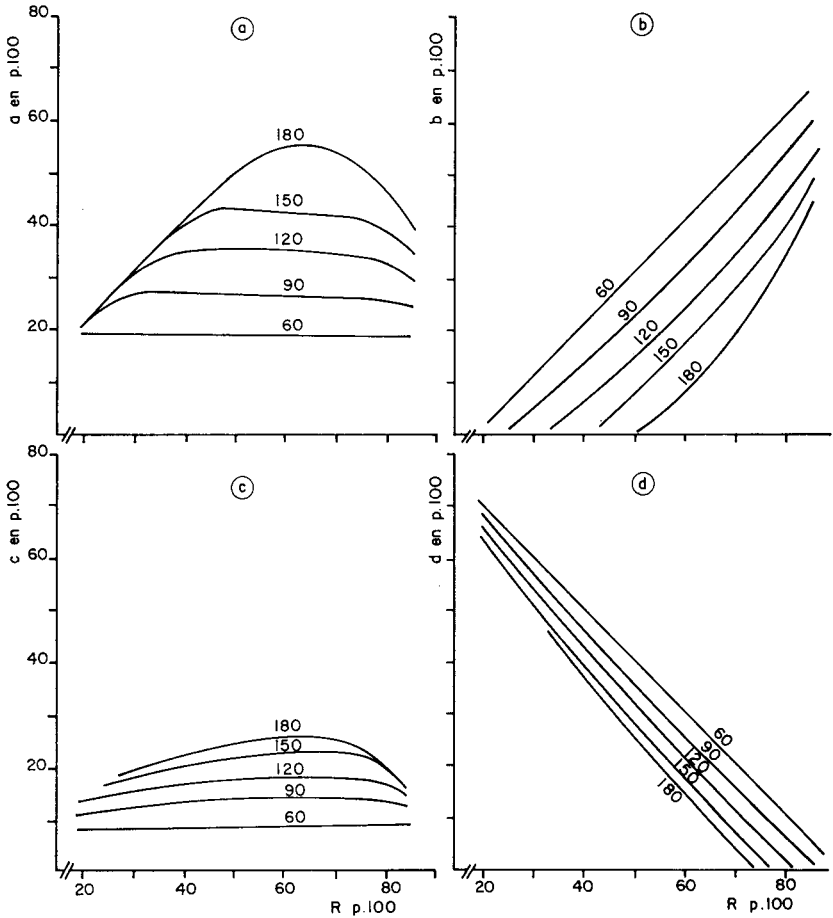


FIG. 5. — Évolution des phases intermédiaires a, b, c et d de la pulsation en fonction du rapport pour les vitesses 60, 90, 120, 150 et 180 p/mn.

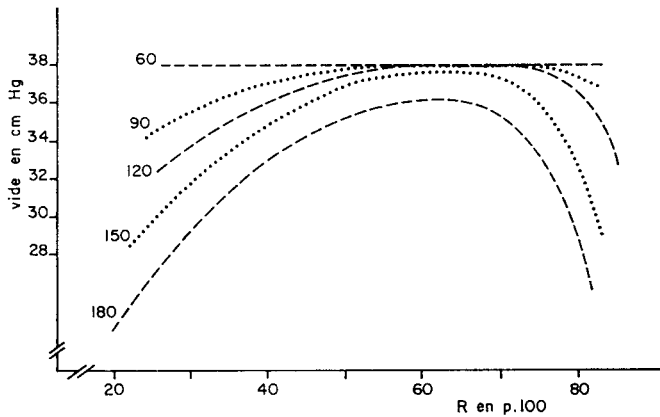


FIG. 6. — Variation de l'amplitude de la pulsation en fonction du rapport pour les vitesses 60, 90, 120, 150 et 180 p/mn.

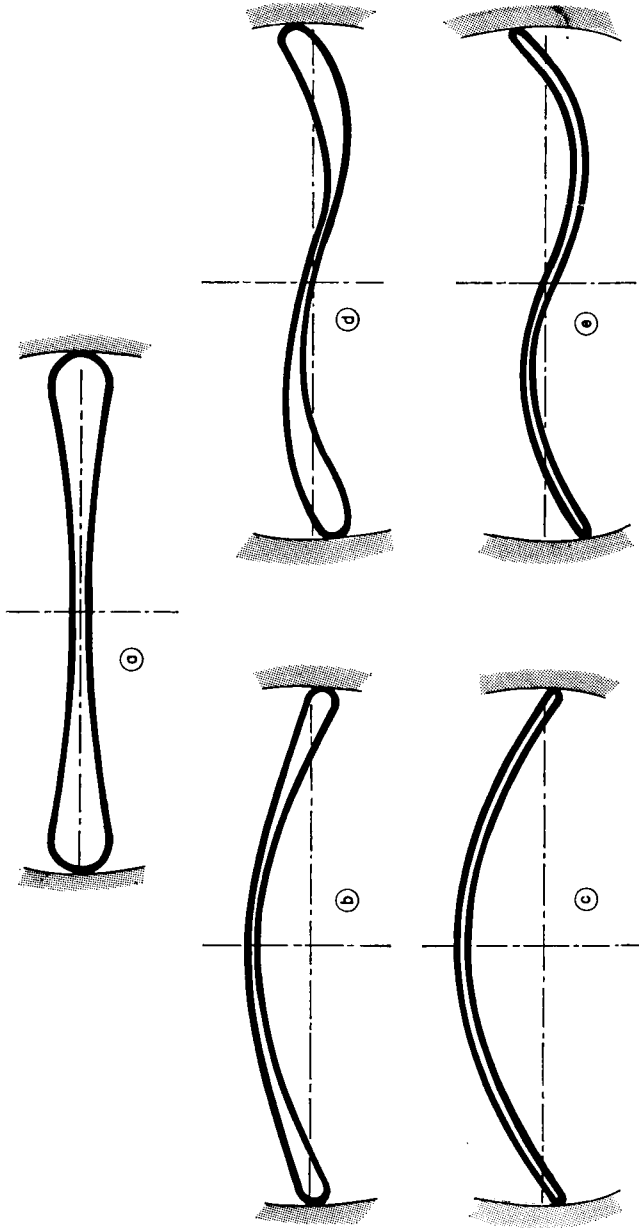


FIG. 7. — Déformation de la section du manchon lors de l'application de la phase de massage.

a) Lors de son aplatissement, le manchon heurte la surface intérieure du gobelet.

Le mouvement se poursuit :

soit selon (b) (c) : flambement latéral autour de l'axe.

soit selon (d) (e) : rotation de torsion de la section autour de son centre.

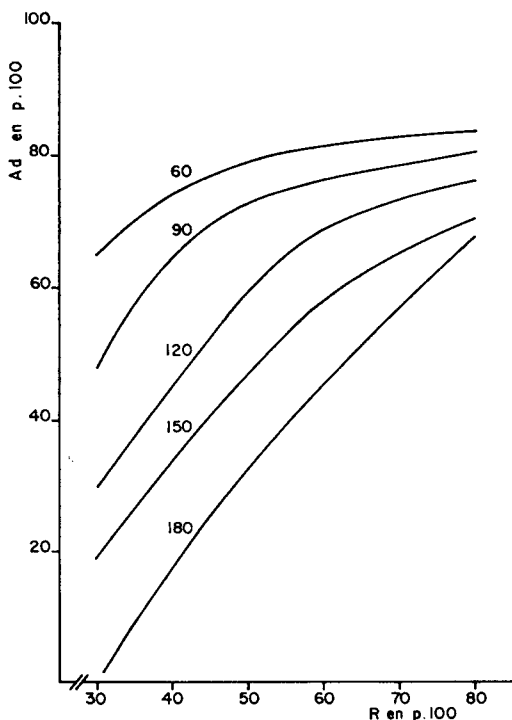


FIG. 8. — Amplitude du déplacement du manchon (Ad) en fonction du rapport pour les vitesses 60, 90, 120, 150 et 180 p/min.

D. — Mouvement du manchon

L'amplitude du déplacement des deux parois du manchon (Ad) croît avec le rapport et décroît avec la vitesse (fig. 8), tandis que la durée de la fermeture du manchon (Df) est approximativement proportionnelle à d et inversement proportionnelle à R (fig. 9).

Le manchon quitte la position d'ouverture maximale ainsi que la position fermée lorsque le vide de pulsation est inférieur de 7,5 cm Hg au vide nominal (fig. 4).

Discussion

Il ne semble pas que la force appliquée par les capteurs de déplacement aux parois du manchon influence de façon sensible son mouvement puisque :

— l'enregistrement cinématographique simultané du mouvement de deux manchons, l'un équipé de capteurs et l'autre non équipé, ne nous a pas permis de mettre en évidence des différences de comportement.

— la différence de 7,5 cm Hg entre vide nominal et de pulsation qui, selon les enregistrements, déclenche l'ouverture et la fermeture du manchon, est iden-

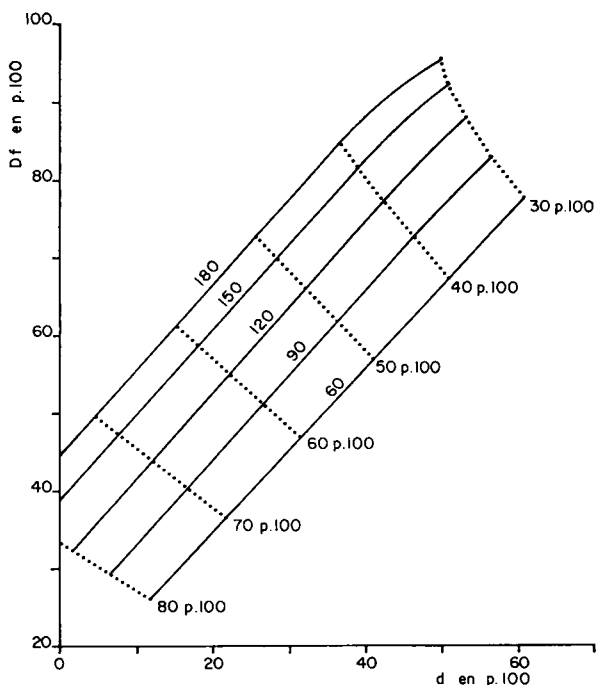


FIG. 9. — Durée de la fermeture du manchon (D_f) en fonction de la phase d pour les vitesses 60, 90, 120, 150 et 180 p/mm et les rapports 30, 40, 50, 60, 70 et 80 p. 100.

tique à la pression de flambage ⁽¹⁾ (TOWNSEND, 1969; MATISAN, 1970) mesurée sur un manchon non équipé.

— bien que ponctuelle, la force maximale de 100 g appliquée par un capteur sur une surface de 13 mm² est faible au regard de la force de compression de 14 kg exercée par la pulsation au vide de 38 cm de mercure sur la surface externe du manchon.

Compte tenu du faible diamètre du gobelet ⁽²⁾, celui-ci entre en contact avec le manchon durant la phase de « massage » et il en résulte un flambement latéral ou une rotation de torsion du manchon. Il n'est pas à exclure que ce type de déformation, qui semble « a priori » indésirable, puisse, à l'inverse contribuer à intensifier la stimulation perçue par l'animal.

Le fait qu'aux faibles rapports et aux vitesses élevées la durée de la fermeture du manchon s'accroît, tandis que l'amplitude de déplacement de ses parois décroît, est facilement interprétable grâce à la figure 4, illustrant la relation entre la pulsation et le mouvement du manchon. Il apparaît notamment, que D_f peut être diminuée en augmentant la pression de flambage du manchon. Il est, en outre,

⁽¹⁾ Vide à appliquer à l'intérieur d'un manchon bouché, monté dans son gobelet en communication avec la pression atmosphérique pour que 2 parois opposées entrent en contact.

⁽²⁾ Imposé pour que le trayeur puisse maintenir le gobelet entre l'auriculaire et l'annulaire de la main lors de l'égouttage.

surprenant de constater que des pulsations jugées différentes du point de vue rapport et vitesse provoquent en fait une même durée de fermeture du manchon (exemple : $Df = 73$ p. 100 pour 180 p/mn, 50 p. 100 et 60 p/mn, 35 p. 100) bien que l'amplitude du déplacement diffère (32 p. 100 et 70 p. 100).

Les phases *a* et *c* d'une part, *b* et *d* d'autre part, dont la symétrie a déjà été signalée par AMRAM et LABUSSIÈRE (1972) pourrait selon HUPFAUER (1956), WHITTLESTONE et OLNEY (1962), PHILLIPS (1963), LABUSSIÈRE *et al.* (1974) également conditionner l'efficacité de la traite. Le mécanisme de cette action demeure cependant inconnu.

Conclusions

Pour quantifier la pulsation, les paramètres vitesse, rapport et niveau de vide sont insuffisants : il convient de tenir compte également des phases *a*, *b*, *c*, *d*, ainsi que de la valeur minimale et maximale du vide. En outre, pour l'étude ou simplement la description des facteurs agissant au niveau du trayon, il apparaît que l'analyse du mouvement du manchon semble préférable à celle de la pulsation. A cet égard, il est à noter que pour une gamme de vitesses et de rapports couramment usités (60 p/mn à 180 p/mn et 33 p. 100 à 75 p. 100), le manchon pour brebis est caractérisé par :

- une faible amplitude de son déplacement,
- un maintien prolongé en position fermée,
- un flambement latéral ou une rotation de torsion lors de son aplatissement.

Nous avons constaté (non publié) que l'écoulement du lait est susceptible d'amplifier ces particularités de fonctionnement, principalement dues à l'absence d'entrée d'air au niveau de la griffe et à la faible dimension de l'orifice de sortie du lait (3,8 mm). Il nous semble cependant peu judicieux de préconiser des modifications que nous jugerions « a priori » bénéfiques en l'absence d'informations complémentaires sur le mode d'action de la pulsation et les facteurs qui conditionnent la stimulation perçue par la brebis durant la traite.

Reçu pour publication en décembre 1976.

Summary

Milking machine for dairy ewes: relationships between pulsation characteristics and movements of the teat-cup liner

The purpose of this study was to describe the movements of a teat-cup liner used in mechanical milking of ewes according to pulsation parameters. Figures 1 and 2 show the equipment used in the laboratory for milking and recordings.

At each of the 5 pulsation rates (V), 60, 90, 120, 150 and 180 p/min, 50 recordings were made by increasing the ratio (R) from 20 to 85 per cent.

Study of the parameters measured (fig. 3 and 4) shows that :

- Consideration of R and V is insufficient to quantify pulsation.
 - To each combination (R, V) correspond different values of intermediate phases (a, b, c, d). In addition, when V exceeds 60 p/min, the pulsation amplitude becomes lower than the nominal vacuum for extreme R values.
 - The deformation of the teat-cup liner is asymmetrical when it touches the teat-cup (fig. 7).
 - The amplitude of the liner wall movement increases with R and decreases with V (fig. 8).
- Thus, it appears that for combinations (R, V) currently used in practice, this liner is characterized by a liner wall movement of slight amplitude and a prolonged maintenance in closed position (fig. 9).

It would be premature to conclude *a priori* that these working conditions are undesirable in the absence of supplementary informations about the factors determining the stimulation perceived by the ewe during milking.

Références bibliographiques

- AMRAM Y., LABUSSIÈRE J., 1972. Étude du fonctionnement des pulsateurs utilisés pour la traite mécanique des vaches laitières. *Ann. Zootech.*, **21**, 355-373.
- BOSC J., 1963. Problèmes de l'organisation du travail dans un troupeau de brebis laitières. Adaptation de la méthode arête de poisson à la traite des brebis. *Compte-rendu à l'A.F.Z.*, 3-39.
- CASU S., 1967. La pecora Sarda e la mungitura mecanica. *Riv. Zootech.*, **40**, 32-48.
- CASU S., CARTA R., 1974. Influence de la vitesse de pulsation sur l'efficacité de traite chez la brebis Sarde. *Symposium sur la traite mécanique des petits ruminants. Ann. Zootech. Numéro hors série 201-203*.
- DIMOV S., 1963. Étude de la possibilité de traite mécanique des brebis (en bulgare) *Izvestija na instituta po mehanizacija i elektrifikacija na selското stopanstvo* **4**, 83-96.
- ENNE G., 1972. Prove di mungitura meccanica di pecore di razza Sarda-Ferzo ciclo di Sperimentazione. *II Late*, **46** (1), 3-14.
- FINCI M., 1957. The improvement of the Awassi breed of sheep in Israel. *Bull. Res. Coun. Israel*. **6 B**. (In *Dairy Sci. Abstr.*, 1958, **20**, 755).
- FLEURY R., 1932. Cité par L. GALTIER, 1943. La traite des brebis. *Thèse de médecine vétérinaire*, E.N.V., Lyon.
- GALTIER L., 1943. La traite des brebis. Leur lait et le fromage de Roquefort. *Thèse de médecine vétérinaire* (E.N.V. Lyon). *Faculté de Médecine et Pharmacie de Lyon*, 167 pages.
- HUPFAUER M., 1956. Der Einfluss der Druckwechselzeiten von Pulsatoren auf die Melkleistung. *Landtechn. Forsch., München* **6**, 26-31 (In *Dairy Sci. Abstr.*, **18**, 819-820).
- KOLAR K., 1966. The first results obtained with the experimental machine milking of sheep in Czechoslovakia (en tchèque). *Zemedelska technika*, **12**, (39), 73-96.
- LABUSSIÈRE J., 1969. Importance, composition et signification des différentes fractions de lait obtenues successivement au cours de la traite mécanique des brebis. *Ann. Zootech.* **18**, 185-191.
- LABUSSIÈRE J., RICORDEAU G., 1970. Aptitude à la traite mécanique des brebis de race *Préalpes du Sud* et Croisées *Frisons x Préalpes*. Étude à différents stades de la lactation. *Ann. Zootech.*, **19** 152-190.
- LABUSSIÈRE J., LE DU J., DOUAIRE M., COMBAUD J.-F., 1974. Effets de la vitesse et du rapport de pulsation sur les caractéristiques de traite à la machine des brebis Préalpes du Sud. *Ann. Zootech.*, **23**, 459-480.
- LE DU J., 1974. Symposium International sur la traite mécanique des petits ruminants. *Techn. laitière* **808**, 9 et 15.
- MATISAN E. A., 1970. Quelques résultats relatifs aux manchons trayeurs en caoutchouc. *Latvijas Lauksaimniecības Akadēmijas*. XXVII, 106-112.
- MIKUS M., 1974. Machine à traire les brebis et les chèvres. *Symposium sur la traite mécanique des petits ruminants. Ann. Zootech.* (Numéro hors série), 181-194.
- PHILLIPS D. S. M., 1963. The effect of pulsator ratio on milking rate. *Proc. Ruakura Farm. Conf. Week.* 219-234.

- SAGI R., MORAG, M. SCHMEKEL J., 1974. The effects of milking machine parameters on milk yield and fractionation in dairy sheep. *Symposium sur la traite mécanique des petits ruminants. Ann. Zootech.* Numéro hors série 195-200.
- SUCCI G., CUTRY A., ENNE G., 1970. Primi risultati sulla mungitura meccanica delle pecore. *Atti del V. Simposio Internazionale di Zootechnica* Milan.
- SUCCI G., ENNE G., CUTRY A., 1971. Prove di mungitura meccanica di pecore di razza Sarda. Risultati del secondo ciclo di Sperimentazione. *Il Latte*, **45** (3), 3-15.
- TOWSEND J. S., 1969. A mathematical modeling approach to the study of the mechanics of milking. *Thèse de l'université de Cornell* (U.S.A.).
- WHITTLESTONE W. G., OLNEY G. R., 1962. Machine milking and mastitis 3. Some properties of the bovine teat sphincter under machine milking conditions. *Aust. J. Dairy Tech.* **17**, 205-213.
- ZAHORSKY J., 1974. Influence du niveau de vide et de la vitesse de pulsation sur la rapidité de traite et le volume d'égouttage manuel de la brebis. *Symposium sur la traite mécanique des petits ruminants Ann. Zootech.* Numéro hors série, 225-226.
-