

UNIVERSITE DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRE
(E. I. S. M. V.)

ANNEE 1981

N° 13

ADAPTATION DE LA TRAITE MECANIQUE AU ZEBU (*Bos indicus*)

RESULTATS DES PREMIERS ESSAIS CHEZ LE ZEBU PAKISTANAIS AU SENEGAL

THESE

présentée et soutenue publiquement le 30 juin 1981
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour le grade de Docteur Vétérinaire
(DIPLOME D'ETAT)

par

Mamadou DIOP

né le 19 juillet 1955 à THIES (SENEGAL)

- Président du Jury : M. François DIENG,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur : M. Alassane SERE,
Maître de Conférences à l'E.I.S.M.V.
- Membres M. Lamine DIOP,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
: M. Ahmadou Lamine NDIAYE,
Professeur à l'E.I.S.M.V.
- Invité : M. Jean Pierre DENIS,
Chercheur au L.N.E.R.V. de Dakar

--- LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT ---

I.- PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1.- PHARMACIE-TOXICOLOGIE

N..... Professeur
François Adóbayo ABIOLA..... Assistant

2.- PHYSIQUE MEDICALE - CHIMIE BIOLOGIQUE

N..... Professeur

3.- ANATOMIE - HISTOLOGIE - EMBRYOLOGIE

N..... Professeur
Charles Kondi AGBA..... Maître-Assistant
Jean GUILLOTON..... V.S.N.
Boubé HAMBALLI..... Moniteur
Latifou SIDI Moniteur

4.- PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Alassane SERE..... Maître de Conférences
Assane MOUSSA..... Moniteur

5.- PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

N..... Professeur
Joseph VERCRUYSE..... Assistant
Marc Napoléon ASSOGBA..... Assistant
Elié LADIKPO..... Moniteur

6.- HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES D'ORIGINE ANIMALE

N..... Professeur
Malang SEYDI..... Maître-Assistant
Mamady KONTE..... Moniteur

7.- MEDECINE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE-CLINIQUE AMBULANTE

N..... Professeur
Roger PARENT..... Assaistant
Théodore ALOGNINOUBA..... Assaistant

8.- REREPRODUCTION ET CHIRURGIE

N..... Professeur
Papa El Hassan DIOP..... Maître-Assistant
Yves LE RESTE..... V.S.N.

9.- MICROBIOLOGIE-PATHOLOGIE GENERALE-MALADIES

CONTAGIEUSES ET LEGISLATION SANITAIRE

N..... Professeur
Justin Ayayi AKAKPO..... Maître-Assistant
Jacques FUMOUX..... Assaistant
Pierre BORNAREL..... Assaistant de Recherches.

10.- ZOOTECHE-ALIMENTATION-DROIT-ECONOMIE

Ahmadou Lamine NDIAYE..... Professeur
Malick FAYE..... Monsieur

II.- PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

René NDOYE : Maître de Conférences
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

Alain LECOMTE : Chef de travaux
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Oumar SYLLA : Professeur
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

Mamadou BADIANE : Docteur en Pharmacie

Mounirou CISS : Maître-Assistant
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

Déissé DJABIRA : Assistant
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

BIOCHIMIE PHARMACEUTIQUE

Mme Elisabeth DUTRUGE : Maître-Assistant
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

Mme Geneviève BARON : Chef de travaux
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

AGRONOMIE

Simon BARRETO : Maître de Recherches - O.R.S.T.O.M.

BIOCLIMATOLOGIE

Cheikh BA : Maître-Assistant
Faculté de Lettres
Université de DAKAR.

BOTANIQUE

Guy MAYNART : Maître-Assistant
Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université de DAKAR.

DROIT ET ECONOMIE RURALE

Mamadou NIANG : Chercheur à l'I.F.A.N.
Université de DAKAR

ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE : Assistant
Faculté des Sciences Juridiques
et Economique de DAKAR.

III.- PERSONNEL EN MISSION (Prévu pour 1980-81)

ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

Michel MORIN : Professeur
Faculté de Médecine Vétérinaire
Saint HYACINTHE - QUEBEC

ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

Ernest TEUSCHER : Professeur
Faculté de Médecine Vétérinaire
Saint HYACINTHE - QUEBEC

BIOCHIMIE VETERINAIRE

Jean Pierre BRAUN : Professeur
E.N.V. TOULOUSE

CHIRURGIE

André CAZIEUX : Professeur
E.N.V. TOULOUSE

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION - OBSTETRIQUE

Jean FERNEY : Professeur
E.N.V. TOULOUSE

PATHOLOGIE DES EQUIDES

Jean-Louis POUCHELON : Maître de Conférences
E.N.V. ALFORT

PATHOLOGIE BOVINE

Jean LECOANET : Professeur
E.N.V. ALFORT

PATHOLOGIE GENERALE

Jean OUDAR : Professeur
E.N.V. LYON

A NOS MAITRES ET JUGES

- A Monsieur FRANCOIS DIENG, Professeur à la Faculté Mixte de Médecine et Pharmacie de DAKAR.

Pour le grand honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

- A Monsieur ALASSANE SERE, Maître de Conférences à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de DAKAR.

Nous ne saurons vous remercier assez de votre bienveillante sollicitude qui a fait de vous le rapporteur de ce travail.

- A Monsieur LAMINE DIOP, Professeur à la Faculté Mixte de Médecine et Pharmacie de DAKAR.

Vos multiples charges ne vous ont pas empêchés de siéger dans notre jury. Soyez-en remercié.

- ➔ A Monsieur AHMADOU LAMINE NDIAYE, Professeur à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de DAKAR.

Votre esprit de méthode nous servira d'exemple.

- A Monsieur JEAN PIERRE DENIS, Chercheur au Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires de DAKAR.

Pour les conseils prodigués au cours la réalisation de ce travail dont vous êtes le directeur.

NOS HOMMAGES RESPECTUEUX ET TOUTE NOTRE RECONNAISSANCE.

A MON PEUPLE ...

A MA FAMILLE,

A TOUS MES AMIS,

AU CORPS ENSEIGNANT ET AU PERSONNEL DE L'E.I.S.M.V.,

AU PERSONNEL DE LA STATION EXPERIMENTALE DE SANGALKAM,

A TOUS CEUX QUI NOUS ONT AIDES,

..... JE DEDIE CE TRAVAIL.

"Par délibération, la Faculté et l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation".

⁰
/// INTRODUCTION

Face au déficit alimentaire dont souffrent les pays en voie de développement, les solutions envisagées pour augmenter la production agricole reposent généralement sur deux orientations :

- La première consiste en l'amélioration des techniques et des méthodes utilisées pour augmenter la productivité du travail du paysan et celles des variétés et races locales.
- La seconde en l'introduction de variétés ou races plus productives que les races locales en vue d'un croisement avec ces dernières ou d'une exploitation intensive ou semi-intensive.

Au Sénégal, dans le domaine des productions animales, si les races bovines locales (Zébu, Ndama) présentent des qualités bouchères certaines, par contre elles se sont révélées sur le plan laitier assez médiocres. Ainsi dans le cadre de l'amélioration de la production laitière, des zébus de races Sahiwal et Red Sindhi (regroupées sous le nom de zébus pakistanais) ont été introduits depuis 1963.

L'exploitation de tels animaux dans un système intensif ou semi-intensif peut poser des problèmes qui demandent des innovations dans les méthodes et techniques utilisées jusqu'ici. Ainsi lorsque les effectifs entretenus sont assez importants, on peut envisager l'utilisation de la traite mécanique pour éviter les lourdes charges qu'entraînerait l'affectation à la traite (manuelle) d'un personnel important.

C'est dans ce cadre qu'un premier essai d'adaptation des zébus pakistanais à la traite mécanique a été effectué (1978), mais les résultats n'ont pas été concluants ; en effet la majeure partie des vaches passées à la machine s'étaient tarées en moins de 60 jours de lactation. Cet essai a permis de montrer que les caractéristiques de la machine utilisée : rythme, pression, taille des manchons, n'étaient pas adaptées pour des animaux du type pakistanais.

Notre travail a donc consisté à étudier les possibilités d'adaptation de la traite mécanique aux zébus pakistanais.

Dans la première partie, nous abordons leur aptitude à la traite mécanique par l'étude des caractéristiques anatomiques et physiologiques en rapport avec la traite.

Sur le plan anatomique, on se penche principalement sur l'équilibre des quartiers de la mamelle et sur la taille et la forme des trayons. L'équilibre des quartiers intervient dans le choix du rapport de traite, et c'est également un indice très important pour la sélection sur l'aptitude à la traite mécanique. La taille et la forme des trayons orientent le choix du type de manchon-trayeur à utiliser.

Sur le plan physiologique, l'analyse des études faites chez les taurins, surtout la physiologie hormonale de la lactation (en particulier le réflexe d'éjection) a permis de définir les conditions dans lesquelles la traite doit se faire pour être efficace. Le problème de l'instinct maternel chez le zébu a été abordé dans le sens d'une suppression de la présence du veau à la traite.

Dans la deuxième et dernière partie, après une description des différents éléments de la machine à traire, nous avons analysé l'influence des paramètres de fonctionnement de la machine sur l'efficacité de la traite : niveau de vide

(dépression), rythme (ou vitesse de pulsation), rapport de traite (ou rapport de pulsation), taille des manchons-trayours.

Le dernier chapitre de cette partie est consacré à un essai de traite mécanique visant à apprécier l'aptitude du zébu pakistanais à libérer plus ou moins complètement son lait à la traite mécanique. Cet essai est effectué à partir d'une combinaison des paramètres de fonctionnement de la machine permettant une traite "douce" (niveau de vide 33 cm Hg, rapport de traite 50/50...).

A partir de cet essai des propositions sont faites en vue d'orienter les études futures à effectuer dans le domaine de la sélection (choix des animaux en fonction de leur aptitude à la traite mécanique), choix des paramètres de fonctionnement de la machine pour l'adaptation du zébu pakistanais à la traite mécanique.

/// MINISTRE /// ARTIE

---0o0---

L'APTITUDE A LA TRAITE MECANIQUE

La traite mécanique demande une parfaite harmonie entre les facteurs qui concourent à sa mise en oeuvre que sont le trayeur, la machine à traire et l'animal. Le trayeur intervenant par sa technicité, la machine par son bon fonctionnement et sa propreté (cela dépendant en grande partie du premier facteur) et l'animal par ses caractéristiques anatomiques et physiologiques en rapport avec la traite.

Dans cette partie, nous étudierons dans un premier chapitre les caractéristiques anatomiques de la mamelle des femelles Pakistanaises qui influent sur l'efficacité de la traite mécanique. En second lieu nous nous pencherons sur les facteurs physiologiques qui conditionnent la traite.

CHAPITRE I : LES FACTEURS ANATOMIQUES

A/ RAPPELS SUR LA MORPHOLOGIE ET LA STRUCTURE DE LA MAMELLE (Figures 1,2)

L'ensemble des quatre quartiers forme une masse unique qu'on appelle le pis. Bien que confondus, extérieurement les quartiers sont indépendants et composés de quatre glandes ou quartiers antérieur droit, antérieur gauche, postérieur droit, postérieur gauche.

Les deux moitiés latérales sont séparées par la réflexion du ligament suspenseur latéral, alors que les parties antérieure et postérieure de chaque moitié latérale présentent une frontière biologique invisible.

Chaque mamelle porte inférieurement en son centre, un prolongement saillant appelé trayon de forme conique ou cylindre-conique terminé par un petit orifice, voie d'issue du lait. Les trayons sont disposés suivant un quadrilatère à grande base antérieure.

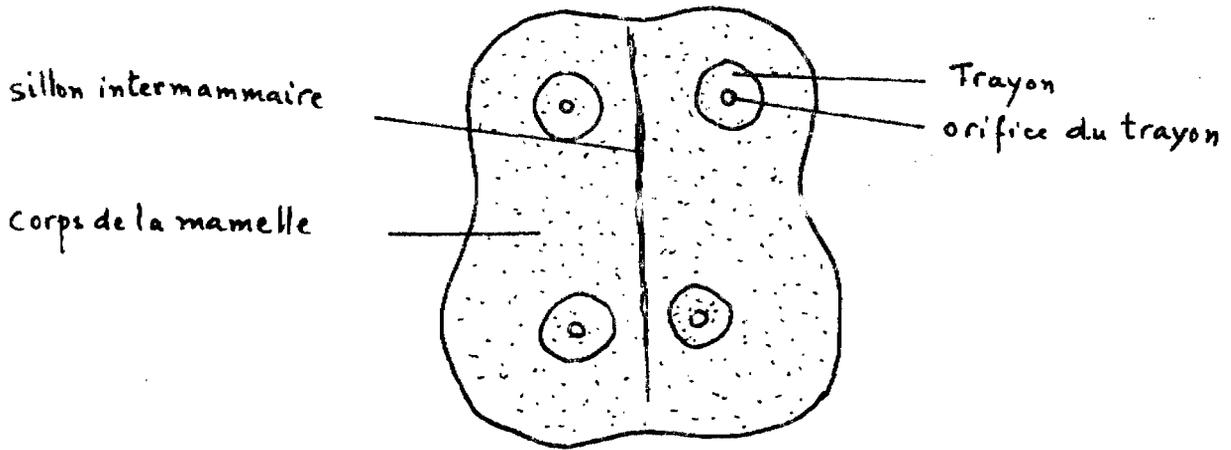
La glande mammaire est formée de la réunion d'un nombre variable de glandes tubuleuses, irrégulières d'origine ectodermique. Les lobules glandulaires ou acini qui constituent l'unité fonctionnelle de la mamelle, se présentent comme des sphères de 100 à 300 microns de diamètre, creusés d'une lumière assez large. Les canaux excréteurs forment une arborisation touffue dont les ramifications communiquent avec les acini ; ces canaux se jettent progressivement les uns dans les autres et on distingue allant de l'intérieur vers l'extérieur :

- les canaux intra-lobulaires et interlobulaires,
- les canaux intra-lobaires et interlobaires
- les canaux galactophores principaux ou canaux lactifères,
- le sinus galactophore ou sinus lactifère ou sinus de la glande, élastique, situé à la base du trayon,
- le sinus ou citerne du trayon à paroi érectile et richement vascularisée,
- le canal galactophore ou canal du trayon ou ductus capillaire, qui traverse le sphincter du trayon pour aboutir à l'ouverture extérieure.

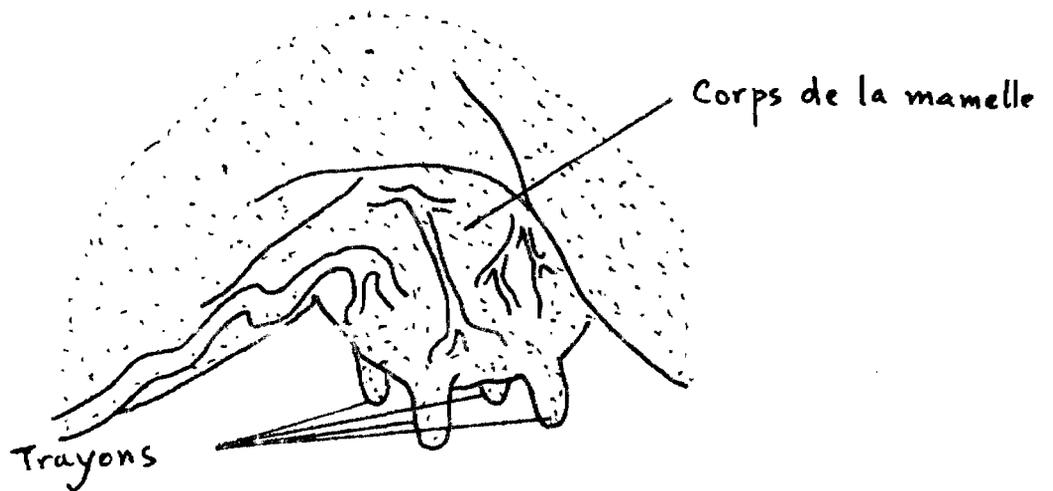
Du point de vue structural, depuis les acini jusqu'aux trayons il y a deux assises de cellules épithéliales ; dans le canal du

figure 1.

CONFORMATION EXTERIEURE DU PIS DE LA VACHE.



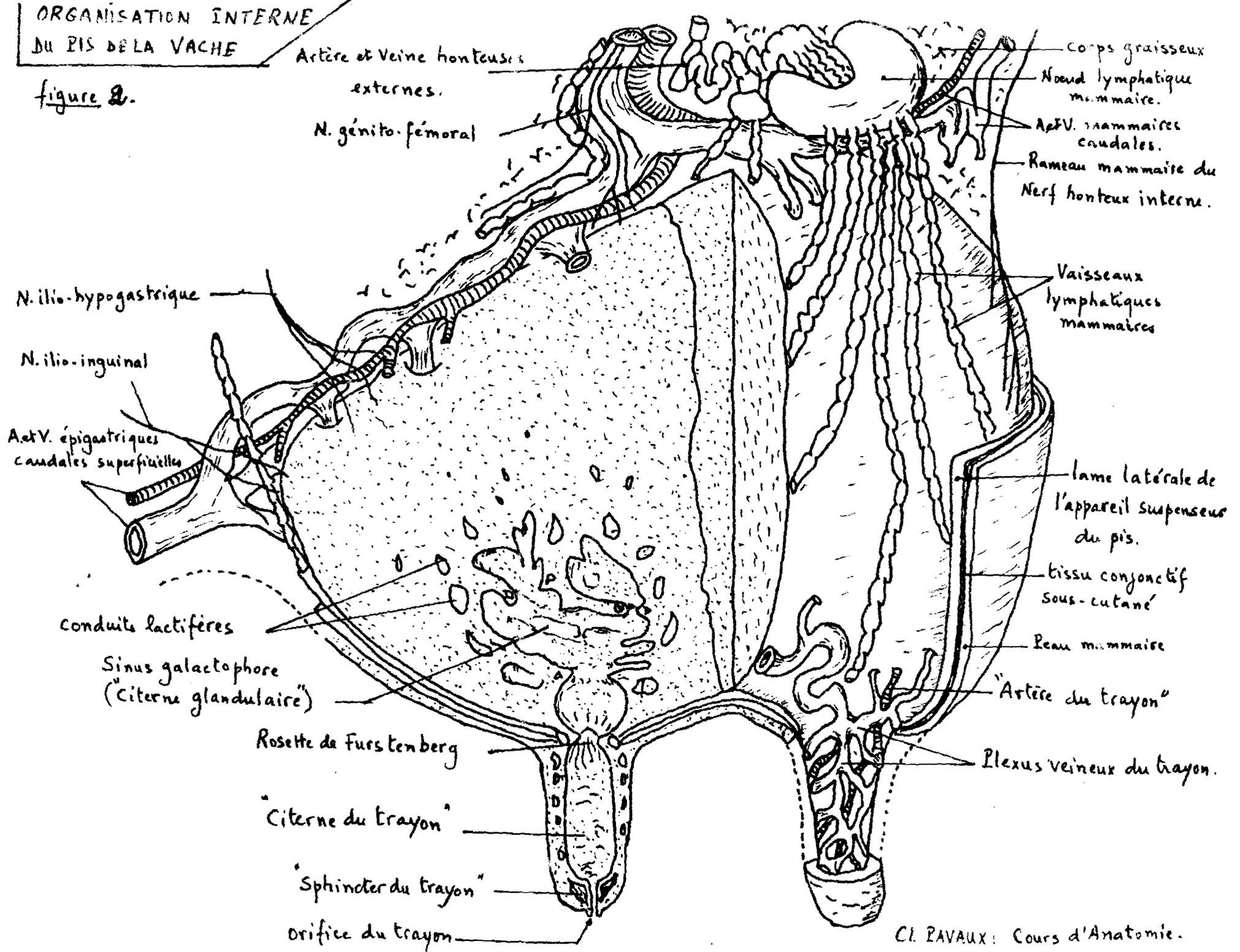
Aspect ventral



Aspect latéral

ORGANISATION INTERNE
DU PIS DE LA VACHE

figure 2.



trayon, cet épithélium pavimenteux est stratifié.

La glande mammaire est attachée à la paroi abdominale par la charpente fibro-élastique formée des deux ligaments sus-penseurs latéraux venant du tendon pré-pubien. Chacun de ces ligaments est formé de tissu fibreux et entoure la mamelle et se réfléchit dans le plan médian avec celui du côté opposé pour séparer les deux moitiés latérales de la mamelle. De cette charpente fibro-élastique partent des travées de tissu conjonctif qui pénètrent dans la masse glandulaire en la divisant.

L'irrigation de la mamelle est assurée par :

- les deux artères mammaires donnant chacune une artère mammaire antérieure qui se divise en trois branches et une artère mammaire postérieure avec une branche qui s'anastomose avec les divisions de l'artère mammaire antérieure ;
- un système veineux composé d'un réseau sous-cutané formé par les veines provenant des trayons, et d'un réseau profond constitué par la réunion des veines qui se jettent dans la ceinture veineuse située à la base de la mamelle.

Le réseau lymphatique aboutit aux ganglions rétromammaires. L'innervation est double et comprend les nerfs rachidiens et une innervation autonome.

Tout le dispositif ci-dessus décrit est enveloppé dans un sac cutané.

B/ ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES ANATOMIQUES DE LA MAMELLE DE FEMELLE PAKISTANAISE

1/ But de cette étude

Après un bref aperçu sur la conformation extérieure du pis de la pakistanaise, nous avons successivement étudié les paramètres suivants :

- la distance entre la mamelle et le sol et la distance entre les trayons.

La distance mamelle-sol permet d'évaluer la taille à donner aux tuyaux qui relient la griffe à lait aux gobelets-trayeurs pour éviter que celle-ci ne traîne par terre. La distance entre les trayons intervient dans le choix des manchons-trayeurs, surtout sur la largeur de l'embouchure du manchon pour faciliter la pose des gobelets et éviter toute gêne dans le jeu des gobelets lors de la traite ;

- la hauteur et le diamètre des trayons ; ce qui nous donnera une idée sur la taille et la forme que devront avoir les manchons-trayeurs ;
- l'équilibre des quartiers de la mamelle : la mamelle devant être sur bien équilibrée pour éviter de prolonger inconsidérément la traite sur les quartiers vides par l'application d'un rapport de traite à l'avant et à l'arrière adéquat ;
- Enfin nous avons essayé d'apprécier le débit moyen d'écoulement du lait pour juger de l'aptitude des animaux à libérer plus ou moins facilement leur lait ; ceci en rapport avec le degré d'ouverture des sphincters des trayons.

2/ Méthode

Le travail a été effectué sur des animaux de race pakistanaise à différents numéros de lactation et à différents stades de lactation. Deux à quatre contrôles ont été faits sur les animaux.

Quelques paramètres ont été aussi étudiés chez les nonbéliardes en vue de disposer d'éléments de comparaison.

La distance mamelle-sol est représentée par la distance entre le point d'intersection des diagonales reliant la base des quatre trayons et le sol. Cette distance de même que celle séparant les trayons sont mesurées avant la traite. (figures 3 et 4).

Concernant la forme des trayons qui sont généralement coniques ou cylindro-coniques, les mesures suivantes ont été faites :

- la hauteur du trayon c'est-à-dire la longueur du trayon depuis sa base jusqu'à son extrémité ;
- le diamètre à la base du trayon D_1 ;
- le diamètre à 1 cm de l'extrémité du trayon D_2 ;
- le diamètre moyen : diamètre à mi-hauteur du trayon D_3 ;

(Voir figure 3)

En traite mamelle, le lait de chaque quartier est recueilli séparément pour la détermination de l'équilibre de la mamelle par le calcul de l'indice antéro-postérieur (I_{ap}) et de l'indice

gauche-droit (Igd) définis par :

$$I \text{ ap} = \frac{P. 100 \text{ Production des quartiers antérieurs}}{\text{Production Totale}}$$

$$I \text{ gd} = \frac{P. 100 \text{ Production de la moitié latérale gauche}}{\text{Production totale.}}$$

Le débit moyen a été calculé à partir des productions moyennes et des temps de traite moyens obtenus lors des contrôles.

3/ - Résultats et commentaires

Les résultats sont regroupés aux tableaux 1, 2, 3 et 4.

a/ Conformation du pis chez la femelle pakistanaise.

La femelle pakistanaise a un pis large, avancé en avant sur la ligne du ventre et bien attaché à l'arrière, ce qui lui donne une bonne suspension. Les quartiers sont bien séparés. Les trayons sont droits et de forme conique ou cylindro-conique. Cette forme des trayons répond aux critères souhaitables pour la traite mécanique à savoir des trayons réguliers et droits, ce qui permet d'éviter la courbure des trayons sous le poids des gobelets, entraînant une gêne dans l'écoulement du lait. Chez la pakistanaise, la mamelle petite chez les primipares augmente au deuxième vêlage et poursuit sa croissance au troisième vêlage. La production laitière suit la même évolution, elle atteint son niveau maximum au troisième vêlage et se maintient aux lactations suivantes. L'augmentation de la production laitière est étroitement liée au développement de la glande mammaire, (en rapport avec les facteurs nutritionnels), comme le notent Bratsch et Fiedler, cités par Labussière et Richard (17), qui trouvent que le volume de la mamelle est en corrélation avec la production journalière de lait ($r = 0,661$) et avec le numéro de lactation ($r = 0,605$). Cependant d'autres auteurs tels que Swett, Miller, Graves et Creech rapportés par Labussière (19), signalent que la production laitière est deven-

tags liée à la notion de capacité qu'au volume proprement dit de la glande mammaire, et que le lait est mieux extrait des mamelles relativement petites et poreuses. De plus Barczewski constate que le débit est d'autant plus élevé que le tissu conjonctif est moins abondant (r entre $- 0,25$ et $- 0,36$) et que le volume des cavités et la taille des canaux galactophores sont plus importants ($r = + 0,25$).

En outre nous avons constaté chez les pakistanaises, que l'élasticité de la mamelle était variable, suivant les animaux ; en effet, après la traite, les bonnes laitières présentent un pis flasque, très plissé, tandis les animaux qui produisent moins de lait ont le pis qui garde la forme qu'il avait avant la traite.. Ces observations rejoignent celles faites par Rakes et Ford en 1963 et cités par Labussière et Richard (17). Ces auteurs ont étudié la relation entre le degré d'expansion du pis et la production laitière et ont trouvé une corrélation entre le coefficient d'expansion et la production journalière de lait d'une part ($r = 0,25$) et d'autre part entre le coefficient d'expansion et la production par lactation ($r = 0,39$). Le coefficient d'expansion est défini comme étant le pourcentage de décroissance de surface mammaire entre les trayons avant et après la traite.

Ainsi, actuellement, les auteurs proposent dans le cadre la sélection sur la conformation de la mamelle, de ne conserver que les animaux ayant des mamelles à peau fine et souple, granuleuse au toucher et se plissant abondamment après la traite..

b/ Distance Mamelle-Sol et distance entre les trayons (Figures 3 et 4)

La distance mamelle-sol se situe chez les pakistanaises à $56,7 \pm 2,1$ cm contre $61,3 \pm 1,7$ cm chez les montbéliardes. Bien que cette distance soit plus proche du sol chez les pakistanaises, il reste qu'elle se trouve à la limite des normes admises qui est de 50 cm au moins (du moins si l'on s'en tient aux appareils conventionnels), pour éviter que la griffe à lait et les tuyaux qui l'accompagnent ne traînent par terre. D'autre part, du fait du développement moins avancé de la mamelle chez les génisses, la distance mamelle-sol est plus importante chez les primipares.

L'espacement des trayons est assez faible chez les pakistanaises surtout pour les trayons arrière qui sont implantés à $4,7 \pm 0,6$ cm l'un de l'autre, se situant ainsi au-dessous des normes souhaitables qui sont de 6 cm au moins. Aussi faudrait-il que les rebords des embouchures des manchons-trayeurs n'excèdent pas 2 cm de large pour permettre une bonne pose des gobelets-trayeurs.

c/ Hauteur et diamètres des trayons (figure 3)

Les mesures de hauteur donnent des dimensions à peu près semblables chez les pakistanaises et chez les montbéliardes, avec cependant des variations légèrement plus importantes chez les premières. La hauteur du trayon est un peu supérieure à la taille recherchée (4 à 5 cm) puisqu'elle est de $5,8 \pm 0,4$ cm chez les pakistanaises et $5,5 \pm 0,3$ cm chez les montbéliardes.

Quant aux diamètres, les résultats montrent que les trayons des pakistanaises sont plus gros, car si le diamètre à la base du trayon D_1 est à peu près identique ($31,5 \pm 1,8$ mm chez les pakistanaises et $31,3 \pm 1,7$ mm chez les montbéliardes), le diamètre moyen D_3 est plus important chez la pakistanaise ($27,3 \pm 1,8$ mm contre $25 \pm 1,2$ mm).

Là encore on trouve une différence de taille du trayon entre les primipares et les multipares et cela de façon plus accentuée chez les pakistanaises que chez les montbéliardes.

A la lumière de ces résultats, le choix des manchons-trayeurs peut être orienté vers des types dont le diamètre à l'embouchure est supérieur au diamètre de ceux utilisés chez les montbéliardes qui est de 25 mm, cela évitant aux trayons d'être trop comprimés

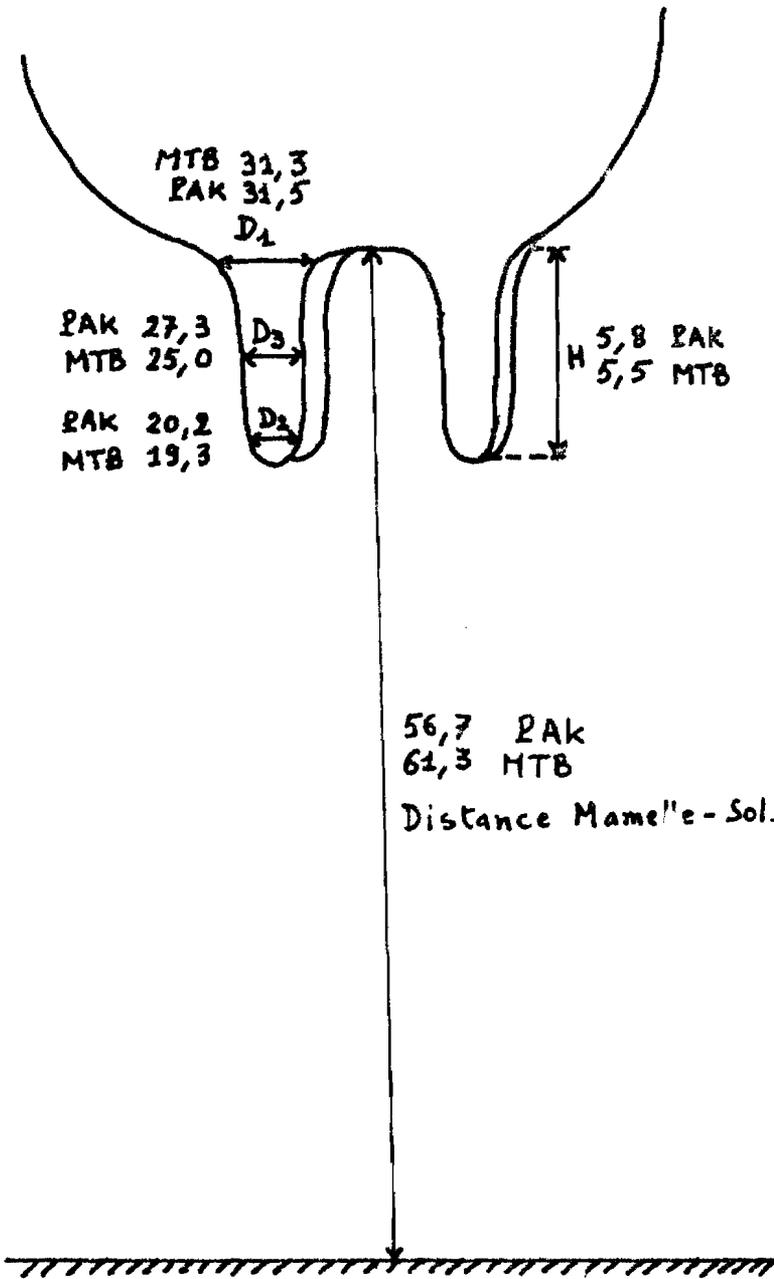
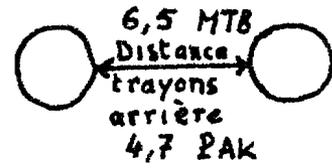
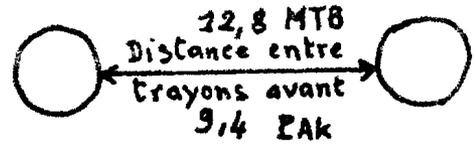


figure 3



Implantation des trayons

figure 4

MTB = Montbéliarde
PAK = Pakistanaise

lors de la traite, et en fin de traite, l'obstruction de la base de la citerne du trayon avec la remontée des gobelets-trayeurs ce qui augmente l'égouttage.

Cependant pour les génisses ce type de manchons larges pourraient être trop amples pour les trayons et cela pourrait entraîner leur gonflement sous l'effet de la dépression ; il se produit alors des congestions et la douleur qui en résulte risque de diminuer l'aptitude à la traite et d'augmenter la quantité de lait à égoutter.

Sur le plan des caractéristiques de la traite (temps de traite, débit d'écoulement du lait...), Naude et collaborateurs (26), de même que Naude et Smith (27), notent que la hauteur et le diamètre du trayon ne sont pas en général significativement liés avec les caractéristiques de traite. Mais Labussière (20) note une corrélation négative ($r = - 0,30$) entre la longueur des trayons et la vitesse de traite. Aussi pour lui les trayons courts auraient une incidence favorable sur la quantité de lait.

La taille et la forme des trayons étant une caractéristique hautement héréditaire, les auteurs pensent que dans les opérations de sélection, cette caractéristique devrait être prise en compte en fonction du gobelet standard choisi pour chaque race.

Le débit d'écoulement serait plus influencé par la taille de l'orifice du trayon, comme l'indiquent Naude et Smith qui trouvent une corrélation $r = 0,58$ ($P < 0,01$) entre ces deux paramètres. L'élasticité de l'orifice du trayon ne serait pas uniquement le fait du sphincter proprement dit, mais également de l'ensemble du conjonctif et des muscles qui enveloppent le canal du trayon.

d/ L'indice_antéro-postérieur (I_{ap}) et l'indice_gauche-droit (I_{gd})

Compte tenu du nombre d'observations effectuées, il semble que le pis de Zébu pakistanaïse est assez équilibré avec un léger avantage pour les quartiers avant : $\bar{I}_{ap} = 52,5 \pm 2,8 \%$. On note une variation assez importante d'un animal à l'autre. Ce résultat est l'inverse de ce qu'on rencontre chez les taurins où les quartiers postérieurs sont plus volumineux.

I ap = 41,3 % chez les hollandaises et 39,9 % chez les normandes selon le frère Oger (28).

Le léger déséquilibre de l'indice gauche-droit (I gd = $48,5 \pm 1,6$ %) peut s'expliquer par le fait que lors de nos mesures quartier par quartier, les productions les plus importantes ont été obtenues en 1ère et 2ème position suivant l'ordre de traite quartier par quartier, phénomène qu'on peut rapprocher du réflexe d'éjection du lait lié à la libération d'ocytocine suite à la préparation de la mamelle. Et au cours de ces productions, nous avons trait à droite 9 fois sur 10 en 1ère position et 4 fois sur 14 en 2ème position.

Des variations individuelles plus ou moins importantes sont notées. L'équilibre des quartiers est nécessaire pour plusieurs raisons :

- le risque de prolonger inconsidérément la traite à blanc sur les quartiers vides avec ses conséquences sur le plan sanitaire ;
- le volume du lait d'égouttage et le temps mis pour cette opération sont plus importants avec des pis irréguliers ; cependant cette opinion est contestée par d'autres auteurs (17) ;
- des quartiers postérieurs disproportionnés sont incompatibles avec un bon attachement des gobelets, et peuvent provoquer petit à petit des ruptures des ligaments suspenseurs.

Ainsi la sélection sur l'équilibre des quartiers trouve sa justification dans la nécessité d'adapter l'animal à la traite mécanique. Cette sélection sera basée sur la valeur de l'I ap qui est un caractère à forte hérédabilité : Johansson cité par Pouteus (31), le chiffre à $h^2 = 0,70$ en moyenne pour les animaux non sélectionnés et 0,45 pour les populations fortement sélectionnées d'après la conformation du pis et la production laitière. Par contre, pour I gd, $h^2 = 0,08$.

Pouteus préconise de choisir les mères à taureaux grâce à un contrôle simplifié, une fois ou deux au cours de la 3^e, 4^e ou 5^e lactation. Et Oger (28) propose que la sélection s'effectue à partir de laitières dont les deux quartiers avant (pour les taurins) produisent plus de 40 p. 100 de la production totale.

c/ Débit moyen

Le débit moyen est de $0,5 \pm 0,1$ l/mn.

Bien que calculé en traite manuelle (par conséquent avec une influence non négligeable du trayeur, par sa rapidité de traite), l'étude du débit moyen d'écoulement du lait montre une variation dans l'aptitude des animaux à libérer plus ou moins facilement leur lait. Cette variation du débit moyen se remarque à l'observation des animaux à la traite ; on note des animaux dont les jets de lait sont épais et puissants (animaux à fort débit) à côté d'autres dont les jets de lait forment de fins filets.

D'autre part nous avons constaté qu'en général, les animaux à fort débit sont les plus productifs et les plus faciles à traire. Ce phénomène s'expliquerait par le fait que chez ces animaux la traite est plus complète par rapport aux animaux à faible débit, difficiles à traire, chez qui il resterait une quantité plus importante de lait dans la mamelle après la traite. Et d'après Philips cité par Poutous (31), avec une traite bien faite (c'est-à-dire complète) la production augmente de 30 p. 100 ; et cela par le biais de la persistance de la lactation. La persistance de la lactation étant définie par le rapport entre la production moyenne d'un mois et celle du mois précédent.

Cet aperçu des caractéristiques anatomiques de la mamelle de femelle zébu pakistanaise, en rapport avec la traite mécanique, montre les différences qui existent entre les taurins (montbéliard) et les zébus (pakistanaise) et permet d'orienter le choix des éléments de la machine à traire, singulièrement le manchon-trayeur, et de préciser les caractéristiques de fonctionnement de la machine (rythme, rapport de traite) pour le passage des pakistanaises à la machine.

Cependant lors de la traite, l'animal ne reste pas passif, il participe de façon active par son comportement physiologique.

TABLERAU 1 : Quelques caractéristiques anatomiques chez le zébu pakistanais

	Unité	N	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
Distance mamelle - sol	cm	28	56,7 ± 2,1	5,6	9,8
Distance entre trayons avant	cm	28	9,4 ± 1,2	3,1	32,9
Distance entre trayons arrière	cm	28	4,7 ± 0,6	1,7	36,1
Hauteurs des trayons	cm	29	5,8 ± 0,4	1,0	17,2
D1	cm	29	31,5 ± 1,8	4,9	15,5
Diamètres des trayons D2			20,2 ± 1,0	2,7	13,3
D3			27,3 ± 1,8	4,9	17,9
I a p	%	25	52,5 ± 2,8	6,8	12,9
I g d	%	25	48,5 ± 1,6	4,0	8,2
Débit moyen	l/mn	25	0,5 ± 0,1	0,2	40

17

TABLEAU 2 : Quelques caractéristiques anatomiques chez la montbéliarde.

	Unités	N	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
Distance mamelle - sol	cm	28	61,3 ± 1,7	4,5	7,3
Distance entre trayons avant	cm	28	12,8 ± 0,9	2,3	17,9
Distance entre trayons arrière	cm	28	6,5 ± 0,7	2,0	30,9
Hauteur des trayons	cm	29	5,5 ± 0,3	0,9	16,3
Diamètres des trayons	cm	29	31,5 ± 1,7	4,6	14,6
			19,3 ± 0,7	2,0	10,3
			25,0 ± 1,2	3,1	12,4

1 1
1 1

TABLEAU 3 : Caractéristiques anatomiques chez la pakistanaise. Influence du numéro de vêlage.

	Unités	Moyenne		Ecart - type		Coefficient de variation	
		Génisses	Multipares	Génisses	Multipares	Génisses	Multipares
Distance mamelle-sol	cm	n = 12 61,5 ± 2,0	n = 16 53,2 ± 2,2	n = 12 3,3	n = 16 4,1	n = 12 5,3	n = 16 7,7
Distance entre trayons avant	cm	n = 12 7,8 ± 1,6	n = 16 10,6 ± 1,6	n = 12 2,5	n = 16 3,1	n = 12 32,0	n = 16 29,2
Distance entre trayons arrière	cm	n = 12 4,2 ± 1,2	n = 16 5,1 ± 0,8	n = 12 1,9	n = 16 1,5	n = 12 45,2	n = 16 29,6
Hauteur des trayons	cm	n = 13 4,9 ± 0,3	n = 16 6,5 ± 0,4	n = 13 0,6	n = 16 0,8	n = 13 12,2	n = 16 12,3
Diamètre des trayons	mm	D1 n = 13 27,1 ± 1,6	n = 16 34,7 ± 2,0	n = 13 2,8	n = 16 3,8	n = 13 10,1	n = 16 10,9
		D2 n = 13 18,1 ± 0,9	n = 16 21,9 ± 1,2	n = 13 1,5	n = 16 2,4	n = 13 8,2	n = 16 10,9
		D3 n = 13 23,1 ± 1,1	n = 16 30,7 ± 2,0	n = 13 1,8	n = 16 3,9	n = 13 7,7	n = 16 12,7
I a p	%	n = 10 54,4 ± 3,9	n = 15 51,3 ± 4,1	n = 10 5,4	n = 15 7,4	n = 10 9,9	n = 15 14,4
I g d	%	n = 10 49,3 ± 3,8	n = 15 47,9 ± 1,7	n = 10 5,3	n = 15 3,0	n = 10 10,7	n = 15 6,2
Débit moyen	l/mn	n = 10 0,4 ± 0,06	n = 15 0,6 ± 0,1	n = 10 0,1	n = 15 0,2	n = 10 25,0	n = 15 33,3

TABLEAU 4 : Caractéristiques anatomiques chez la montbéliarde. Influence du numéro de vêlage.

	Unités	Moyenne		Ecart-type		Coefficient de variation		
		Génisses	Multipares	Génisses	Multipares	Génisses	Multipares	
Distance mamelle - sol	cm	n = 8 64,1 ± 3,6	n = 20 60,2 ± 1,9	n = 8 4,3	n = 20 4,2	n = 8 6,7	n = 20 6,9	
Distance entre trayons avant	cm	n = 8 11,5 ± 1,6	n = 20 13,3 ± 1,0	n = 8 2,0	n = 20 2,3	n = 8 17,8	n = 20 17,2	
Distance entre trayons arrière	cm	n = 8 5,6 ± 1,2	n = 20 6,8 ± 0,9	n = 8 1,4	n = 20 2,1	n = 8 25,0	n = 20 30,8	
Hauteur des trayons	cm	n = 8 4,7 ± 0,7	n = 21 5,8 ± 0,3	n = 8 0,9	n = 21 0,8	n = 8 19,1	n = 21 13,7	
Diamètres des trayons	mm	D1	n = 8 27,8 ± 2,6	n = 21 32,7 ± 2,0	n = 8 3,1	n = 21 4,4	n = 8 11,1	n = 21 8,2
		D2	n = 8 17,8 ± 1,7	n = 21 19,9 ± 0,7	n = 8 2,0	n = 21 1,7	n = 8 11,2	n = 21 8,5
		D3	n = 8 22,6 ± 2,2	n = 21 25,9 ± 1,3	n = 8 2,7	n = 21 2,8	n = 8 11,9	n = 21 10,8

CHAPITRE II : FACTEURS PHYSIOLOGIQUES QUI CONDITIONNENT L'EFFICACITE
DE LA TRAITE MECANIQUE.

A/ RAPPELS DE PHYSIOLOGIE DE LA LACTATION

Après la mise-bas, la tâche de la mère n'est pas encore terminée, en effet, elle doit assurer la nutrition du ou des jeunes par la lactation et l'allaitement.

La lactation comprend l'ensemble des phénomènes physiologiques présidant à l'élaboration puis à l'excrétion des constituants du lait. On distingue dans la lactation deux périodes :

- la lactogénèse ou déclenchement de la sécrétion lactée : elle fait suite à la rupture de l'équilibre hormonal de la gestation, au moment de la parturition. Ce qui permet à la prolactine d'agir sur la glande mammaire.
- la galactopoïèse ou entretien de la sécrétion lactée : elle résulte de deux réflexes neuro-endocriniens déclenchés par la stimulation de la glande au moment de la têtée ou de la traite : l'un favorise la vidange de la mamelle par l'intermédiaire de l'ocytocine (c'est le réflexe d'expulsion du lait ou milk let-down), l'autre stimule la multiplication et la croissance des cellules des acini : c'est le réflexe galacto-poïétique.

1/ La lactogénèse

Cette phase ne peut avoir lieu qu'à condition que l'appareil sécrétoire soit en place. Le développement de la glande mammaire est sous la dépendance de facteurs hormonaux dont les principaux sont représentés par les hormones oestrogènes et progestérone (10 et 11). Les premières assurent le développement du système canaliculaire au moment de la puberté ; et pendant la gestation, l'action conjointe des deux hormones est responsable du développement des acini mammaires. D'autres hormones interviennent dans le développement du tissu mammaire : corticoïdes, insuline, hormones placentaires de lactation, prolactine. (14). (Tableau)5).

Tableau n° 5 : Hormones intervenant au cours du développement et du fonctionnement de la mamelle

ETAT PHYSIOLOGIQUE DE L'ANIMAL		Puberté	Parturition	Lactation
ETAT PHYSIOLOGIQUE DE LA MAMELLE		Mammogénèse	Lactogénèse	Galactopoïèse
COMPLÈTE HORMONALE	Oestrogène	+	+	-
	Progestérone	+	+	-
	Corticoïdes	+	+	-
	Insuline	+	-	+
	Hormone placentaire de l'actation	+	-	-
	Prolactine	+	+	+(non ruminants)
	Ocytocine	-	-	+
	Hormone de croissance	+	-	+

Source : C. Hazen : La lactation : rappels physiologiques et induction. Application à l'espèce bovine.

Annales de Médecine Vétérinaire, 1979, 123, N° 6 533-553.

Le développement de la glande mammaire pendant la gestation a été chiffré par Hammond (4) : (Tableau 6)

Tableau n° 6

Mois de gestation	1	2	3	4	5	6	7
Accroissement pondéral	100	74	113	132	198	277	430
Accroissement relatif d'une période à l'autre			13 %	19 %	66 %	78 %	133 %

Jusqu'au 4^e mois : développement réduit portant surtout sur le tissu conjonctif des vaisseaux ;

à partir du 4^e mois : développement des tissus épithéliaux se couvrant d'excroissances ;

à partir du 5^e ou 6^e mois : développement du tissu galactophore ;

à partir du 7^e mois : réduction du tissu conjonctif.

Pendant les jours qui précèdent le part, il y a augmentation de volume de la glande et une montée laiteuse.

Le déclenchement de la sécrétion lactée au moment de la mise-bas est sous le contrôle de l'adénohypophyse. Après la mise-bas, avec la rupture de l'équilibre hormonal de la gestation par l'expulsion du placenta, il y a une augmentation de la quantité de prolactine dans le sang.

Si la prolactine est le facteur hormonal essentiel du déclenchement de la sécrétion lactée, d'autres hormones sont à prendre en considération : corticotrophine, thyroestimuline, hormone de croissance... (11) Ces hormones sont dites "permissives" : leur présence est nécessaire mais pas suffisante ; elles adaptent le métabolisme cellu-

laire aux besoins nécessaires à l'action de la prolactine.

Le mode d'action des différentes hormones fait intervenir un réseau périphérique (au niveau de la glande) et un réseau central (au niveau de l'hypothalamus).

La glande mammaire ne réagit pas à des injections de prolactine tant que persiste dans l'organisme de fortes doses de progestérone ; tandis que la persistance d'un faible taux d'oestrogènes favorise l'action et la production de la prolactine par l'antéhypophyse (11).

Au niveau central, l'hypothalamus par l'intermédiaire de la prolactin inhibiting factor (P. I. F.) exerce une action inhibitrice sur la sécrétion de prolactine. Et c'est une inhibition de l'hypothalamus au moment de la mise-bas qui entraîne la libération de la prolactine, et les oestrogènes peuvent être tenues pour responsables. En effet l'implantation de micro-cristaux d'oestradiol dans l'hypothalamus exerce une influence favorable, alors que de fortes doses de progestérone sont défavorables (11). Mais le problème n'est pas encore tranché, de savoir si c'est la diminution de la progestérone ou l'augmentation des oestrogènes qui sont en cause. Ce que l'on peut dire c'est que le déclenchement de la parturition et de la lactation est constitué par deux processus physiologiques étroitement mêlés au cours desquels les variations des concentrations hormonales apparaissent très caractéristiques. (figure 5).

Après le démarrage de la lactation, il faut se pencher sur le maintien et l'entretien de la sécrétion lactée : la galactopoïèse. Pour qu'il y'ait galactopoïèse, il faut que le lait soit régulièrement évacué de la glande mammaire par la têtée ou par la traite, ou d'autres termes par le stimulus de l'allaitement.

2/ La galactopoïèse

L'excitation de la mamelle est à l'origine de deux réflexes : l'un immédiat c'est le réflexe galactocinétique, l'autre le réflexe galactopoïétique dont les effets se feront sentir à plus long terme.

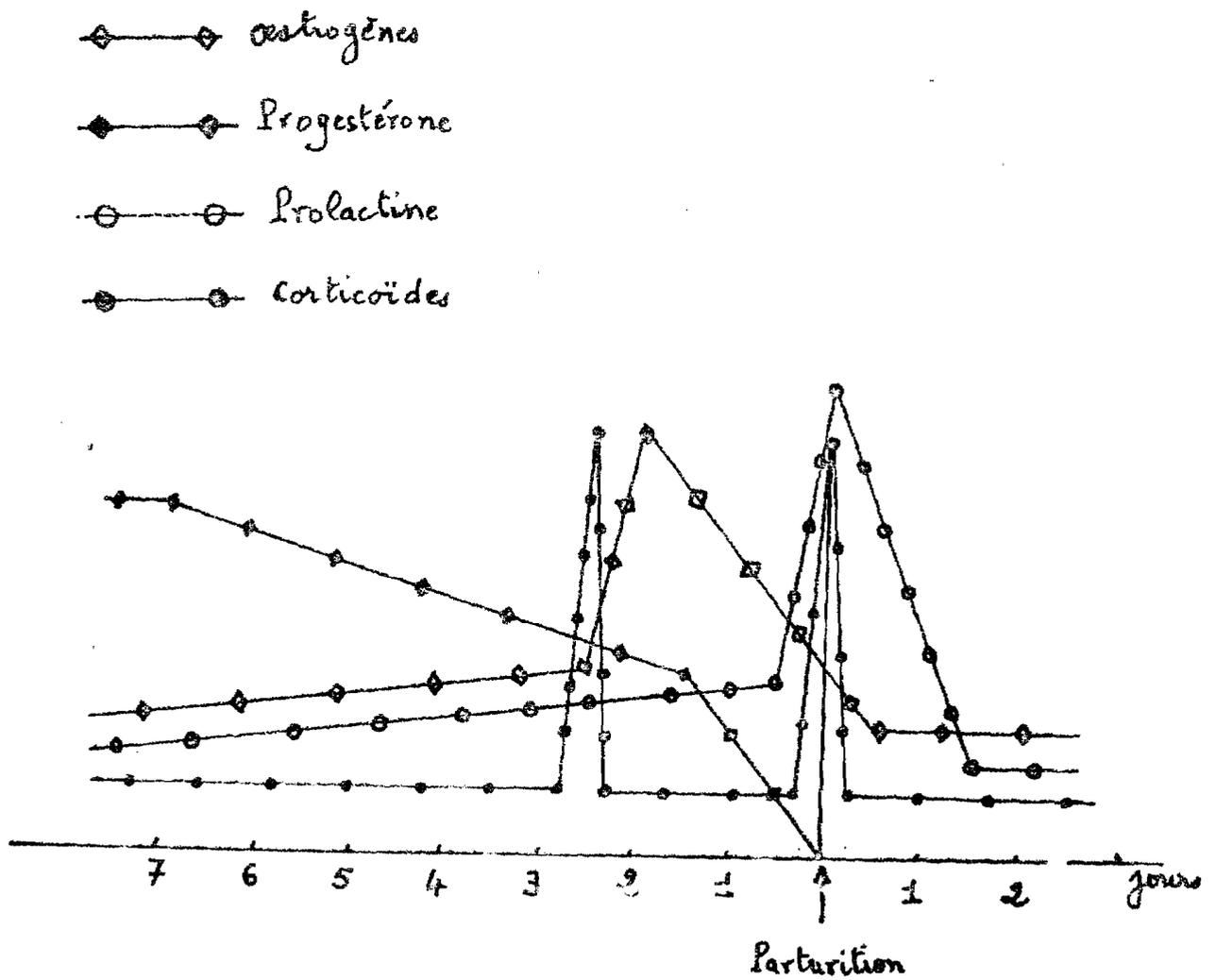


Figure 5 Profil hormonal de la gestation. D'après C. HANZEN: La lactation: rappels physiologiques et induction. Application à l'espèce bovine. Ann. Med. Vet. 1979, T 123, n°8, 533-553.

a/ Le réflexe galactocit^{né}ique (réflexe d'éjection du lait)

Lors de la tétée ou de la traite, la stimulation de la mamelle entraîne une augmentation soudaine de la pression du lait dans la glande. Cette pression intramammaire atteint 15 à 20 mm Hg (20,23), et se maintient 7 à 10 mn, voire 1 heure en l'absence de traite (20).

Ce réflexe inné, absolu, peut évoluer et devenir "conditionné", il peut être alors déclenché par les préparatifs de la traite et par la simple arrivée du petit.

Il est inhibé par les stimuli qui mettent en route l'activation du système sympathico-surrénal par exemple une sensation douloureuse, la frayeur. D'où l'intérêt de créer une ambiance de "contentement" pour la vache lors de la traite.

b/ Le réflexe galactopoïétique

L'effet galactopoïétique du stimulus de l'allaitement est perçu par le fait que pour tarir un animal, il suffit d'interrompre les tétées ou la traite. En outre, le rendement de trois traites espacées de 8 heures est supérieur de 10 p 100 à celui de 2 traites espacées de 12 heures. On constate également une augmentation du taux butyreux. Le mécanisme expliquant cette influence du nombre de traites peut être double (4).

- L'action quantitative peut s'expliquer par la pression intra-mammaire qui provoque l'occlusion des capillaires et des sacs lymphatiques ;
- l'action sur le taux butyreux peut s'expliquer par le fait que lorsque la pression intra-mammaire atteint un certain seuil, la sécrétion s'arrête et rapidement la résorption des constituants précédemment élaborés commence. En particulier le lactose, la caséine et la matière grasse diminuent au profit des chlorures.

c/ Les mécanismes mis en jeu

Il s'agit de mécanismes neuro-hormonaux.

Les récepteurs sont ceux sensibles aux variations de pression (suction).

Les voies afférentes cheminent dans la moelle épinière, activent la réticulée et le néo-cortex cérébral et, surtout atteignent l'hypothalamus.

L'hypothalamus constitue avec l'hypophyse une unité fonctionnelle comportant deux zones distinctes :

- la neurohypophyse dont les cellules d'origine nerveuse secrètent des hormones (ocytocine et vasopressine) qui s'accumulent dans le lobe postérieur de l'hypophyse,
- l'antéhypophyse dont la production hormonale est contrôlée par l'hypothalamus.

Pour le réflexe galactocinétique, le médiateur est l'ocytocine. Cette hormone exerce son action sur les fibres musculaires lisses des canaux excréteurs et surtout les cellules en "panier". La contraction de ces fibres musculaires est responsable du réflexe d'éjection du lait. De plus, chez la vache, lorsque la mamelle est stimulée, il y a une réduction du débit urinaire en rapport avec l'hormone anti-diurétique : vasopressine (5). L'injection d'adrénaline avant la stimulation de la mamelle inhibe l'action de l'ocytocine.

Pour le réflexe galactopoïétique, plusieurs hormones entrent en jeu. Le stimulus de l'allaitement provoque un accroissement de la production de presque toutes les stimulines antéhypophysaires : somatotrophine (STH), thyrotrophine (TSH), prolactine (L. T. H.), A. C. T. H., L. H.

La L. T. H. et la S. T. H. interviennent pour entretenir et stimuler la croissance des cellules de la mamelle ; et c'est lorsque L. T. H. et S. T. H. sont associées que la réponse est la plus importante.

Le tableau 6 résume l'intervention de diverses hormones en fonction de l'état physiologique de l'animal (Puberté, gestation, parturition, lactation) et de l'état physiologique de la mamelle (mammogénèse, lactogénèse, galactopoïèse).

B/ PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES EN RAPPORT AVEC LA TRAITE MECANIQUE

La traite a pour but d'extraire le lait de la mamelle de manière à obtenir le maximum de lait d'excellente qualité sans avoir aucune répercussion néfaste sur la santé de l'animal.

La traite est un phénomène complexe dont les trois composantes principales sont les suivantes :

- l'éjection du lait ;
- les phénomènes inhibiteurs de l'éjection du lait
- l'évacuation du lait.

1/ L'éjection du lait

L'éjection (ou let-down) est le résultat d'un réflexe neuro-endocrinien à point de départ mammaire, et dont le centre est constitué par le complexe hypothalamo - hypophysaire. La voie descendante est humorale. Sous l'influence des influx nerveux qu'elle reçoit après excitation de la mamelle ou par conditionnement de l'animal aux opérations de la traite, l'hypophyse libère l'ocytocine qu'elle stockait. L'ocytocine véhiculée par le sang, arrive au niveau de la glande mammaire et agit sur les cellules myoépithéliales enveloppant les acini et le long des canalicules. Ces cellules se contractent, chassent le lait et assurent la dilatation maximum des petits canaux. Le lait contenu dans la partie glandulaire de la mamelle passe dans les gros canaux et la citerne de la mamelle où il est à la disposition du jeune ou du trayeur.

L'ensemble du phénomène dure 20 à 30 secondes. L'éjection est due à l'augmentation de la pression intra-mammaire sous l'effet de l'accumulation du lait dans la citerne de la glande mammaire. Cette augmentation de pression est proportionnelle au logarithme de la quantité d'ocytocine libérée. La latence du réflexe d'éjection après l'apparition de l'ocytocine dans le sang de la jugulaire est de 36 à 126 secondes (3).

Chez la vache, la quantité d'ocytocine libérée pour une éjection est de l'ordre de 0,1 à 1UI (Martinot), 13 à 869 μ UI

par ml de plasma (Cheverly), en moyenne 139 ~~µ~~ UI/ml de plasma (Momongan et Schmidt (23)) 0,5 à 0,7 UI (Labussière et Durant, (20)) Selon les auteurs l'hypophyse contient 13 à 50 UI d'ocytocine (24), ce qui expliquerait la possibilité de plusieurs décharges d'ocytocine au cours de la traite. Les stimuli impliqués dans la libération de l'ocytocine sont variés. La préparation de la mamelle avant la traite (lavage, massage) intervient, mais pour Folley et Knaggs (12), le stimulus principal de la libération d'ocytocine est constitué par la pose des gobelets-trayeurs. (Voir figure 6). Pour ces auteurs, ni la prise de concentrés, ni la lavage de la mamelle avant la traite, ni l'égouttage à la machine, n'ont donné, dans les conditions expérimentales de leur étude, des quantités d'ocytocine appréciables dans le sang (20 ~~µ~~ UI/ml de plasma) pour la majorité des animaux d'expérience.

Cependant, l'élimination du lavage de la mamelle retarde la libération d'ocytocine après la pose des gobelets et augmenterait le temps de traite-machine (25).

En outre, le massage de la mamelle entraînerait indiscutablement une motricité du trayon et des parois de la glande mammaire (24).

Il y a aussi la possibilité d'une libération conditionnée de l'ocytocine sous l'effet de stimuli visuels et auditifs liés à la préparation à la traite.

L'ocytocine libérée est rapidement détruite (4 à 5 minutes), mais selon les espèces, l'augmentation de la pression intra-mammaire peut durer de 30 secondes à 10 minutes voire plus. Ceci serait dû au fait qu'une forte proportion de lait présent dans la citerne ne pourrait remonter vers les alvéoles à cause de la fermeture des petits canaux galactophores (présence de valves ou relâchement du myoépi-thélium canaliculaire (20)).

La concentration d'ocytocine dans le sang présente un pic correspondant à la pose des gobelets pour ensuite tomber à un niveau très bas, 5 minutes après le début de la traite. (Tableau 7).

concentration d'ocytocine en $\mu\text{U}/\text{ml}$ de plasma.

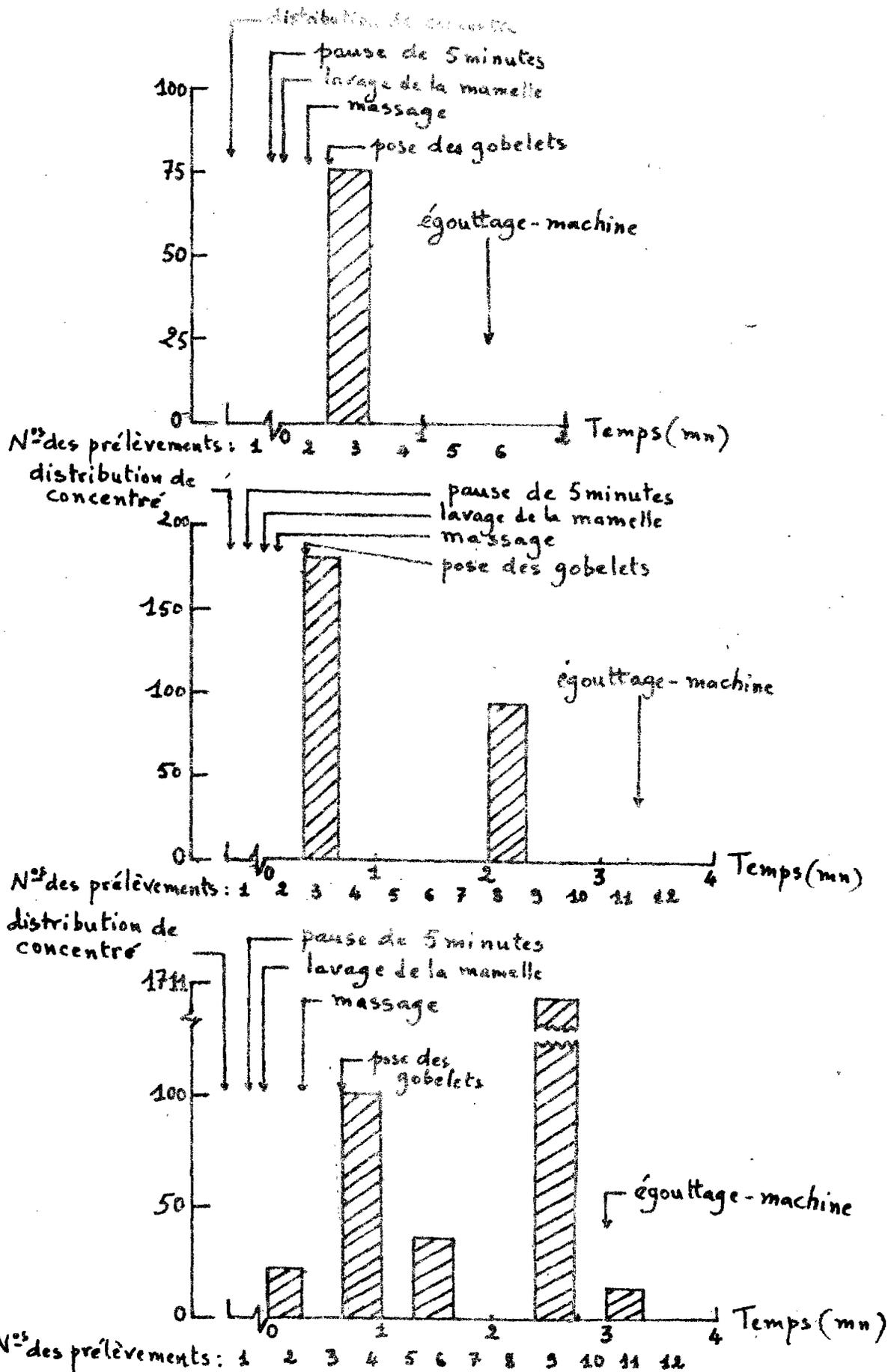


figure 6 : Concentrations d'ocytocine dans la veine jugulaire de la vache pendant la traite mécanique.

D'après Folley (S.J.) et Knaggs (G.S.) - The Jour. endocr. 1966, 34, 197-214.

TABLEAU 7 : Concentration de l'ocytocine dans le sang de vache Holstein - Friesan, au cours de la traite normale

D'après Momongan et Schmidt (25)

	1ère - 2e semaine après le vêlage	5e - 6e semaine après le vêlage	15e - 16e semaine après le vêlage
avant la traite	<0,01	μ U/ml plasma <0,01	<0,01
Pendant le lavage de la mamelle	$3,9 \pm 1,3a$	$1,0 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,4$
A la pose des gobelets trayeurs	$36,4 \pm 9,7$	$34,0 \pm 8,6$	$7,0 \pm 2,8$
Durant la traite :			
- après 1 minute	$166,7 \pm 30,1$	$115,6 \pm 25,6$	$79,2 \pm 13,3$
- " 2 "	$64,4 \pm 11,7$	$94,8 \pm 21,7$	$45,8 \pm 11,8$
- " 3 "	$49,5 \pm 13,5$	$48,4 \pm 6,7$	$14,2 \pm 6,0$
- " 4 "	$7,5 \pm 2,7$	$12,6 \pm 4,2$	$1,5 \pm 0,5$
- " 5 "	$1,3 \pm 0,5$	$2,4 \pm 0,8$	$0,2 \pm 0,1$
5 minutes après la traite	<0,01	<0,01	<0,01
10 " " "	<0,001	<0,001	<0,001

a : écart - type de la moyenne

2/ Les phénomènes inhibiteurs de l'éjection.

La stimulation des centres sympathiques hypothalamiques entraîne une décharge d'adrénaline par les surrénales. L'adrénaline provoque une vasoconstriction importante, freinant l'arrivée de l'ocytocine par voie sanguine. Ce simple ralentissement circulatoire empêche toute manifestation extérieure de l'éjection. Toutefois, l'adrénaline pourrait agir également directement sur le myoépithélium, probablement en occupant sur les récepteurs la place que devrait occuper l'ocytocine (24).

A côté de cette inhibition sympathique, les auteurs russes parlent d'une inhibition par blocage d'un relai nerveux au niveau des structures nerveuses centrales. Ce blocage peut être qualifié de purement psychique et cortical ; le problème n'est pas encore totalement élucidé.

3/ L'évacuation du lait

C'est un phénomène lié à la taille de l'orifice du trayon et au fonctionnement de la machine à traire.

La pression intra-mammaire élevée et le lait présent dans la citerne après éjection représentent des phénomènes fugaces, la traite doit par conséquent se faire le plus rapidement possible. L'orifice du trayon est le frein essentiel de cette évacuation (voir plus haut : paramètres anatomiques en rapport avec la traite mécanique).

4/ Le problème de l'instinct maternel chez le zébu.

En milieu traditionnel, la traite commence par une amorce faite par le veau, ce qui permet le déclenchement du réflexe d'éjection du lait. Ainsi chez le zébu, la présence du veau pendant la traite a été longtemps considérée comme indispensable pour que la vache lache son lait.

L'idée d'une adaptation de la traite mécanique au zébu allait donc se heurter à la nécessité de cette présence du veau sous la mère lors de la traite. C'est pour résoudre ce

problème, qu'en 1979, un essai tendant à voir s'il était possible de séparer la mère du produit pendant la traite a été entrepris à la ferme de Sangalkam.* Les principes suivants ont été retenus (40) :

- le veau est retiré de la mère immédiatement après la naissance ;
- le veau est présent à la traite, mais n'a pas accès à la mamelle ; il est placé à l'avant de la mère ;
- des manipulations mécaniques sont assurées (nettoyage, séchage de la mamelle) pour déclencher le réflexe d'éjection du lait ;
- distribution d'un concentré alimentaire au moment de la traite.

Les résultats déjà obtenus montrent que les animaux s'habituent bien à cette méthode, et jusqu'à présent il n'a pas été constaté d'échec. Il existe même un certain nombre de femelles pour lesquelles la présence du veau n'est plus nécessaire au moment de la traite.

Lorsque la traite se fait à l'étable la présence du veau ne constitue pas une gêne majeure, mais si la traite devrait se faire en salle, cette présence serait une véritable entrave. Ainsi il faudrait retirer systématiquement le veau à la mère dès la naissance, et faire la traite en l'absence du veau, et cela surtout pour les primipares.

* Station expérimentale du Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires (L. N. E. R. V.) Dakar - Sénégal.

5/ Application pratique

L'efficacité de la traite dépend d'une bonne éjection et de l'évacuation complète du lait. Ainsi la traite nécessite :

- 1°) - La création de conditions d'une bonne éjection par :
 - la préparation de la mamelle (lavage, massage)
 - la pose immédiate des gobelets-trayeurs après la préparation de la mamelle puisque tout retard dans la pose des gobelets entraîne une perte de production (20) ;
- 2°) la suppression de tout facteur inhibiteur du réflexe d'éjection ce qui suppose de traire dans le calme, au même endroit, et en évitant toute action brusque sur l'animal ;
- 3°) l'évacuation complète du lait (facteur de la persistance de la lactation) dépendant de la taille de l'orifice du trayon et du bon fonctionnement de la machine à traire par le choix rationnel de ces paramètres de fonctionnement (niveau de vide, rapport de pulsation, rythme de pulsation, taille du manchon trayeur...)

6/ Les différentes phases de la traite (figure 7)

- 1°) Préparation de l'animal : lavage, massage du pis ;
- 2°) Elimination des premiers jets de lait qu'on recueille dans un récipient ; ce lait renferme les germes qui contaminent naturellement le canal du trayon ;
- 3°) Traite proprement dite ou traite à pleins jets qui permet d'obtenir la plus grande partie du lait en 5 à 7 minutes environ selon les cas ;
- 4°) Egouttage : c'est le fait de recueillir les dernières portions de lait qui restent dans le pis. Pour cela, on procède à un léger massage des quartiers suivi d'une traction vers le bas de la griffe à lait, ce qui permet l'ouverture du sphincter de la base du trayon, obstruée par la remontée des gobelets-trayeurs en fin de traite.

L'égouttage constitue une phase importante dans la traite, puisque le lait d'égouttage représente la partie la plus riche en matière grasse.

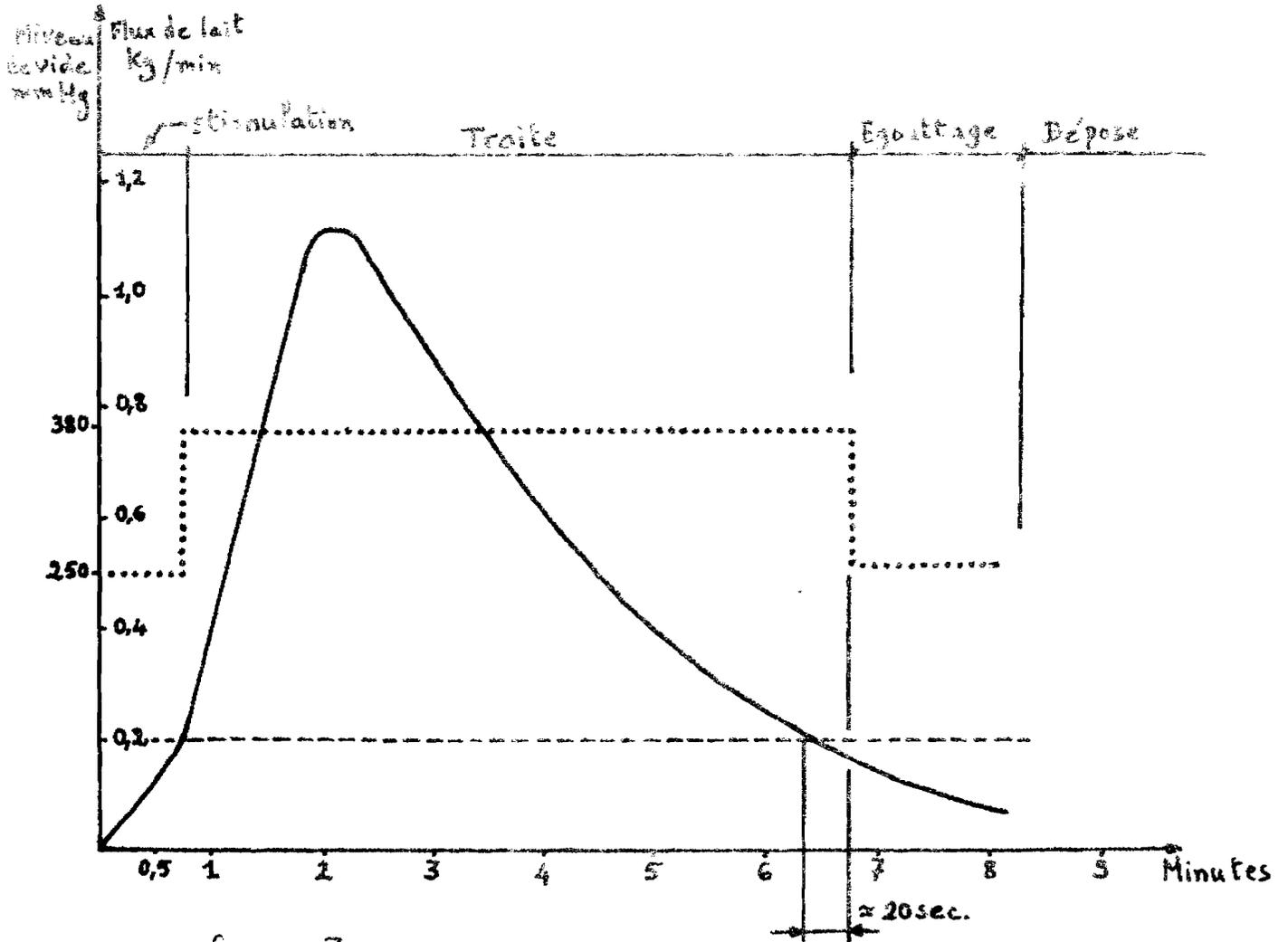


figure 7: Courbe de débit de lait. D'après "Etudes du Cent. Nat. d'Etude et d'Exp. du Mach. Agric." (CNEEMA) (42)

DEUXIEME PARTIE

LA TRAITE MECANIQUE



CHAPITRE I : LA MACHINE A TRAIRE

A/ HISTORIQUE

Faciliter la tâche du trayeur par l'emploi de moyens mécaniques est une préoccupation très ancienne puisqu'elle remonterait depuis l'antiquité. Toutefois la première machine digne de ce nom date de 1836. Il s'agissait d'un appareil à sondes que l'on introduisait dans les trayons.

En 1851 c'est l'utilisation de la première machine à vide constitué d'une cloche reliée à une pompe, et coiffant les quatre trayons.

1870 On essaya de reproduire mécaniquement les mouvements des mains du trayeur sur le trayon, avec l'apparition de plusieurs machines à dispositifs de pression constitués généralement de rouleaux comprimant les trayons à la manière des mains du trayeur. Ces appareils furent vite abandonnés à cause de leurs mauvais résultats.

1889 C'est l'apparition d'une nouvelle machine à vide, celle de l'Ecoissais Murchland qu'on peut considérer comme le point de départ des installations modernes. Elle comportait des gobelets en caoutchouc, un pot collecteur suspendu, une canalisation à vide reliée à une pompe à main. Son objectif était d'imiter la succion du veau et non la traite manuelle. Le veau lors de la tétée, la bouche collée au trayon, aspire le lait en pressant sa langue sur la tétine et aspire à nouveau. Au cours de cette opération la dépression à l'intérieur de la mamelle augmente sensiblement. Elle varie selon les auteurs entre 33 et 45 cm de mercure (Hg) (la pression atmosphérique étant prise comme zéro, c'est-à-dire pour une dépression de 33 cm Hg, il s'agit d'une pression absolue de 43 cm Hg).

C'est cette succession de mouvements que tentent de reproduire plus ou moins fidèlement les divers types de machines qui comportent toujours les éléments suivants :

- quatre gobelets-trayeurs s'appliquant sur les trayons ;
- un pot collecteur destiné à recevoir le lait provenant des gobelets ;
- une pompe à vide réalisant l'aspiration ;
- un ensemble de tuyauteries reliant entre eux les éléments précédents.

B/ PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE À TRAIRE.

Selon les modalités de fonctionnement on peut classer les machines à traire en deux grands groupes suivant que le gobelet trayeur est constitué par un ou deux compartiments :

- les machines à chambre unique (ou machines à simple action dites à succion coupée) ;
- les machines à double chambre (ou machines à double action dites à succion et pression).

Ces machines peuvent être à deux temps ou trois temps.

1/ Les Machines à chambre unique ou machines à simple action dites à succion coupée.

Les gobelets sont de simples manchons coniques en caoutchouc ou en matière plastique transparente, matériau plus léger, et maintenu à la base du trayon par un anneau en caoutchouc. Les gobelets sont reliés à un pot collecteur par des tuyauteries. Le pot comporte une chambre supérieure fermée par une valve. Une pompe à vide est reliée à la chambre et aux gobelets ; ainsi le trayon est directement soumis à un vide intermittent. Pendant la phase de succion (phase d'application du vide), le trayon s'allonge, le sphincter s'ouvre et le lait coule.

Lorsque la pression atmosphérique est rétablie, le trayon se raccourcit et l'écoulement du lait cesse. La pression et le poids du lait accumulé dans la chambre supérieure du pot provoquent l'ouverture de la valve et le lait passe dans le pot collecteur.

Dans ce type de machine, à chaque trayon doit être adapté un gobelet.

Le prix de ces machines est avantageux, mais elles n'assurent pas la traite dans des conditions satisfaisantes. En outre les gobelets doivent être légers pour éviter les risques de chute.

2/ Les Machines à chambre double ou machines à double action dites à succion et pression

Les plus couramment utilisées sont les machines à deux temps. Ces machines exercent sur les trayons une aspiration et un massage combinés. Ce sont donc elles qui permettent à la traite d'imiter le plus fidèlement la succion du veau. Le principe de ces machines est le suivant :

Le gobelet-trayeur est constitué par un manchon rigide généralement en métal, parfois en verre ou en matière plastique à l'intérieur duquel se trouve un second manchon en caoutchouc (manchon-trayeur), inséré de façon hermétique sur le premier.

L'espace annulaire séparant les deux manchons est soumis alternativement à la pression atmosphérique, puis à la dépression créée par la pompe à vide ; ceci grâce à un organe appelé pulsateur ; alors que la chambre interne du manchon-trayeur est constamment sous dépression.

Pendant la phase de vide (dans l'espace annulaire), le manchon-trayeur est relâché puisque la pression est la même de part et d'autre de ses parois. Les citernes de la glande et du trayon communiquent alors librement, l'orifice du trayon est ouvert et le lait coule. C'est la phase de succion. La pression atmosphérique pénétrant dans l'espace annulaire provoque un appâtissement du manchon sur le trayon, l'extrémité de celui-ci est comprimée, le canal fermé, le lait ne coule plus.

C'est la phase de massage (figure 8)

L'ensemble des deux phases succion et massage constitue un cycle. Le nombre de cycles par minutes définit le vitesse de pulsation encore appelé rythme.

Le rapport de pulsation qui caractérise le pulsateur est la durée des phases d'augmentation du vide et de vide maximum, exprimée en pourcentage du cycle total de pulsation et enregistrée dans la chambre de pulsation. Ce rapport s'exprime sous la forme $\frac{a + b}{a+b+c+d} \times 100$. (fig 9).

La valeur du rapport de pulsation dépend du niveau de vide choisi comme référence (figure 10).

Dans la pratique les constructeurs et beaucoup d'auteurs expriment le rapport de pulsation sous la forme $\frac{2}{1}$ ou $\frac{65}{33}$ par exemple, qui confronte le temps a + b (succion) au temps c + d (massage). Le rapport de pulsation exprimé sous cette forme est encore appelé rapport de traite.

Le rapport de traite peut varier suivant des critères tels que l'aptitude de certains animaux à donner leur lait, afin de réduire le temps total de la traite. Dans le cas d'une traite décalée, c'est-à-dire avec un rapport de traite différent pour les quartiers avant et arrière, le temps de succion sera supérieur sur les quartiers qui contiennent plus de lait.

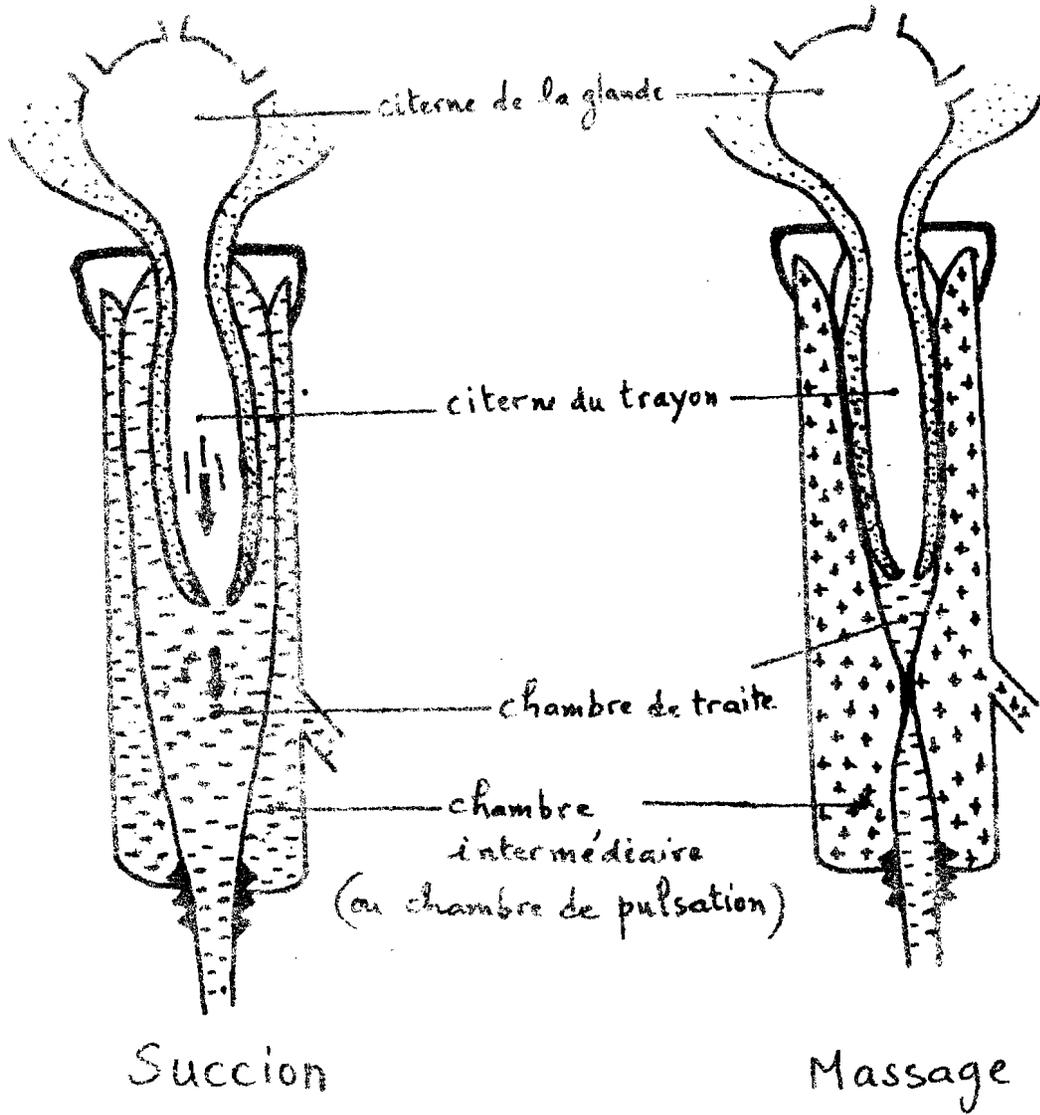


figure 8 : Schéma de fonctionnement des machines à 2 temps

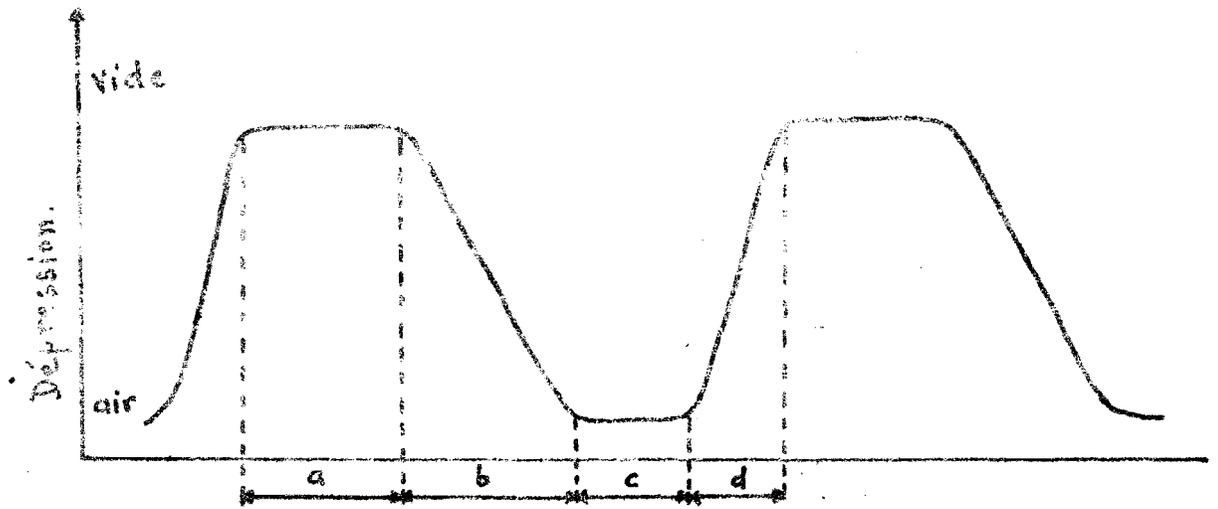


figure 9 : Aspect de la vague de pulsations

a = phase de suction proprement dite.

b = passage de la suction au massage.

c = phase de massage proprement dite.

d = passage du massage à la suction.

$$\text{Rapport de pulsation} = \frac{(a + b)}{(a + b + c + d)} \times 100$$

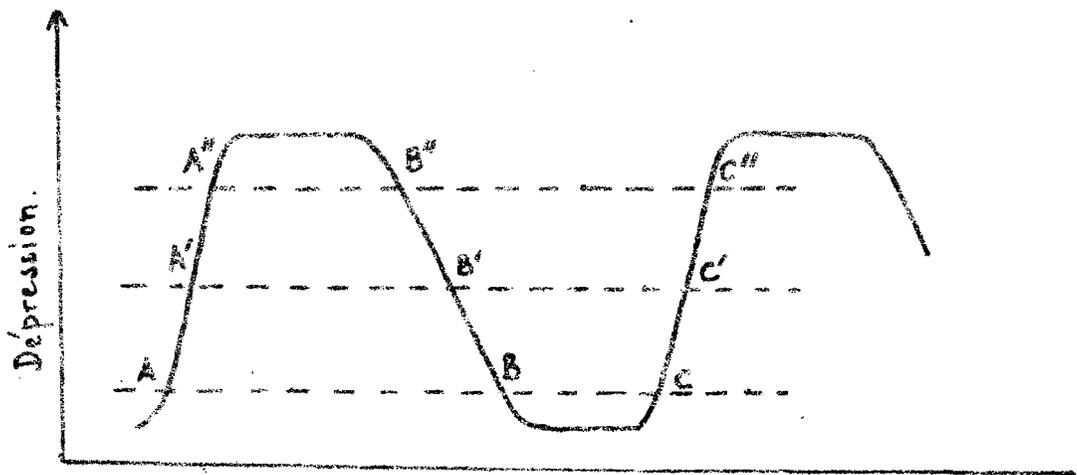


figure 10 : Variation de la valeur du rapport de pulsation en fonction du niveau de vide pris comme référence.

Il est important de noter, qu'au cours de la traite, le lait ne coule pas uniquement pendant la phase de succion proprement dite. Le lait commence à couler dès la phase d'application de la succion et continue pendant la phase d'application du massage tant que le manchon-trayeur est à demi-ouvert.

Il en résulte :

- que le temps réel d'extraction du lait est de 5 p. 100 plus long que le mouvement réel du manchon, comme le montre Ardran cité par Labussière (19) ;

Tableau n° 3 Temps d'écoulement du lait (Ardran)

	Temps d'ouverture théorique	Temps d'ouverture réelle	Temps d'écoulement réel
Rapport 1/1	50	53	55
Rapport 3/1	75	77	81

- que les périodes intermédiaires (phase d'application de la succion et phase d'installation du massage) sont particulièrement importantes, et il y a tout intérêt :

- à avoir une phase d'application du massage relativement douce afin de synchroniser la fermeture du manchon à celle "retardée" du canal du trayon. En effet, comparant deux temps d'installation du massage ($\frac{7}{100}$ et $\frac{23}{100}$ du cycle de pulsation), Philips cité par Labussière (19) constate que le passage à $\frac{23}{100}$ permet de :
 - diminuer le temps de traite,
 - d'augmenter le débit maximum et le débit moyen sans affecter la production ;

. à appliquer la phase de succion le plus rapidement possible pour que l'orifice du trayon s'ouvre vite.

En comparant une période d'application de la succion de $\frac{8}{100}$ du cycle à une période plus longue $\frac{18}{100}$, Philips obtient dans le premier cas une diminution du temps de traite de 9 p. 100 et du volume d'égouttage d'environ 20 p. 100.

La Machine à trois temps a été créée pour éviter l'effet néfaste du vide permanent sur les tissus mammaires. Au cours du cycle, on laisse la pression atmosphérique se rétablir dans la lumière centrale des gobelets ; c'est la phase de repos.

Les proportions des différentes phases sont :

Succion	:	45 p.	100
Massage	:	15 p.	100
Repos	:	40 p.	100.

On fait à ces machines quatre reproches théoriques :

- 1°) La diminution de la phase de succion risque de diminuer la vitesse de traite ;
- 2°) on ne peut profiter pleinement du réflexe neuro-endocrinien d'éjection du lait et l'évacuation de la glande serait incomplète ;
- 3°) L'introduction d'air extérieur au contact du lait entraîne un apport de germes ;
- 4°) la nécessité d'accrocher la griffe à l'animal pour éviter les chutes pendant le temps de repos.

C/ DESCRIPTION DES DIFFERENTS ELEMENTS D'UNE MACHINE A DEUX

TEMPS. (Figure 14)

1/ Les_gobelets-trayeurs

Le gobelet-trayeur comprend :

- un corps cylindrique externe en métal ou en plastique, de poids et de taille variables. Il est muni d'un tube latéral qui sert à l'arrivée de la pulsation. (Fig. 11).

- un manchon en caoutchouc inséré de façon hermétique sur le corps cylindrique externe et délimitant une chambre intermédiaire ou espace annulaire.

Le manchon est constitué d'une embouchure, d'un tube médian et se termine par une canalisation d'évacuation du lait. La lumière centrale du manchon est appelée chambre de traite. (Fig.12)

Les éléments du manchon peuvent être solidaires ou plus ou moins indépendants. Actuellement les manchons commercialisés sont de type monobloc.

De nombreux impératifs régissent la conception du manchon :

- la forme de l'embouchure, évitant le grippage en fin de traite ;
- la souplesse permettant l'adaptation aux trayons de forme différente sans risque de chute ;
- la tension suffisante pour permettre un massage efficace ;
- la facilité de démontage et de nettoyage.

2/ La griffe à lait (figure 13).

C'est l'organe où aboutissent toutes les tuyauteries des gobelets-trayeurs. De plus sont généralement reliées à la griffe, d'une part, les deux tuyauteries partant du pulsateur et, d'autre part, la tuyauterie à lait qui permet à celui-ci de s'écouler dans le pot.

La griffe joue à la fois le rôle de distributeur de vide dans l'espace annulaire des gobelets et de collecteur de lait. C'est pourquoi on l'appelle encore le collecteur-distributeur.

Une entrée d'air est souvent prévue pour faciliter l'élévation du lait dans les installations pipe-line, ainsi qu'un dispositif de fermeture automatique en cas de chute des gobelets.

3/ Le pot à lait ou élément-trayeur

Il est en acier inoxydable ou en alliage d'aluminium pour réduire son prix et son poids. Il peut être également en verre épais et porter des graduations, ce qui est utilisé dans les sys-

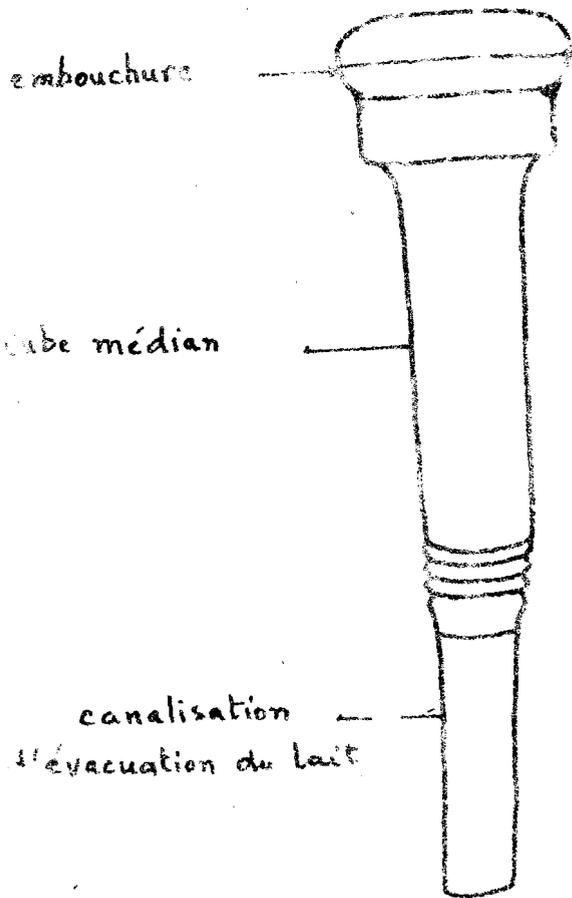


fig 12 : Manchon-trayeur

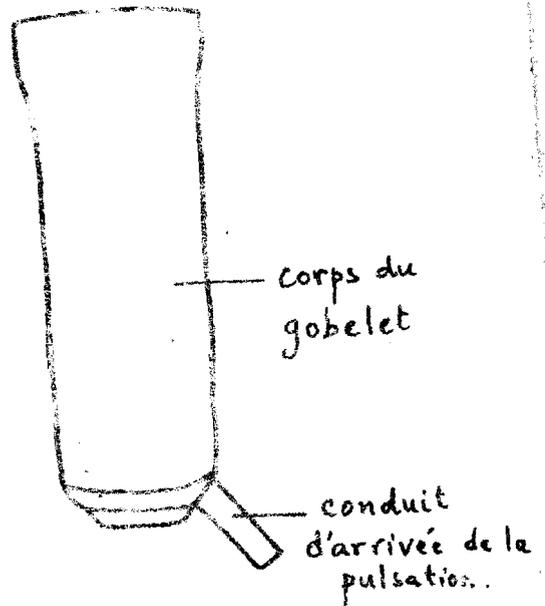


fig 11 : Gobelet-trayeur

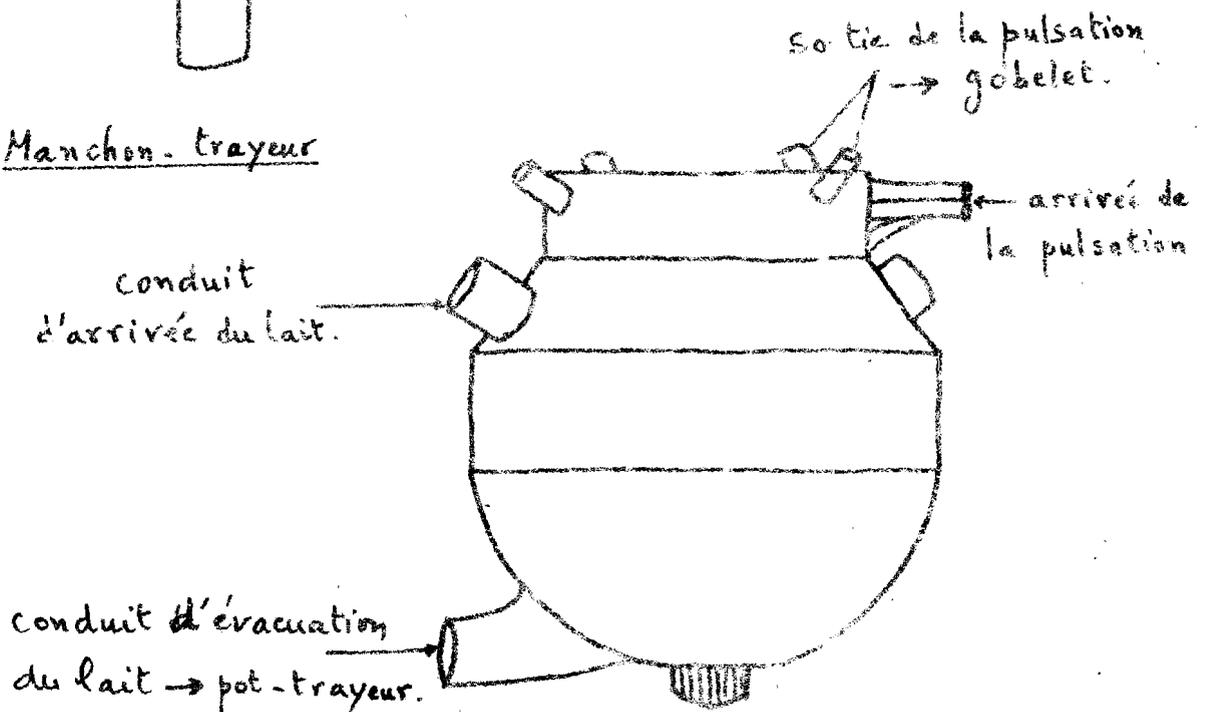


fig 13 : griffe à lait

tèmes de traite avec évacuation du lait.

Le pot est fermé par un couvercle dont l'étanchéité est assurée par un joint en caoutchouc. Une tuyauterie à lait est reliée au couvercle par l'intermédiaire d'un robinet très facilement démontable.

Le pot est simple lorsqu'il ne comporte qu'un groupe de quatre gobelets-trayeurs ou double lorsque deux groupes de quatre gobelets y sont reliés. Le pot double permet la traite de deux vaches à la fois mais gêne les opérations de contrôle laitier.

Dans certains cas, le pot au lieu d'être posé sur le sol, près de la vache, est suspendue par une sangle passant sur le dos de l'animal. L'avantage principal réside dans la réduction très sensible de la longueur des tuyauteries de caoutchouc reliant les gobelets au pot. La griffe se trouve supprimée et avec elle les dangers de contamination. D'autre part, les gobelets ne grimpent pas le long des trayons en fin de traite, le pot exerçant vers le bas une traction constante.

4/ Le pulsateur

C'est l'un des organes essentiels de la machine. C'est lui qui va provoquer l'alternance de pression et de dépression dans l'espace annulaire qui sépare le gobelet rigide du manchon en caoutchouc.

Les types de pulsateurs sont nombreux. Beaucoup agissent par tiroirs ou soupapes actionnés par différents systèmes à membrane ou à piston : ce sont les pulsateurs pneumatiques.

Certains pulsateurs utilisent des dispositifs électromagnétiques. Les pulsations sont commandées par l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique de 12 volts. Ces pulsations électriques sont transformées en pulsations pneumatiques par une valve électro-magnétique (Système Alfa Laval).

Les pulsateurs dits électroniques comportent un impulseur à transistors qui commande à distance la pression et la dépression au niveau des vannes situées au-dessus des postes de traite (Boîtier électronique P. A. Lorraine Cotibar).

5/ La pompe à vide

Elle crée la dépression permettant l'aspiration du lait hors du trayon et le fonctionnement du pulsateur.

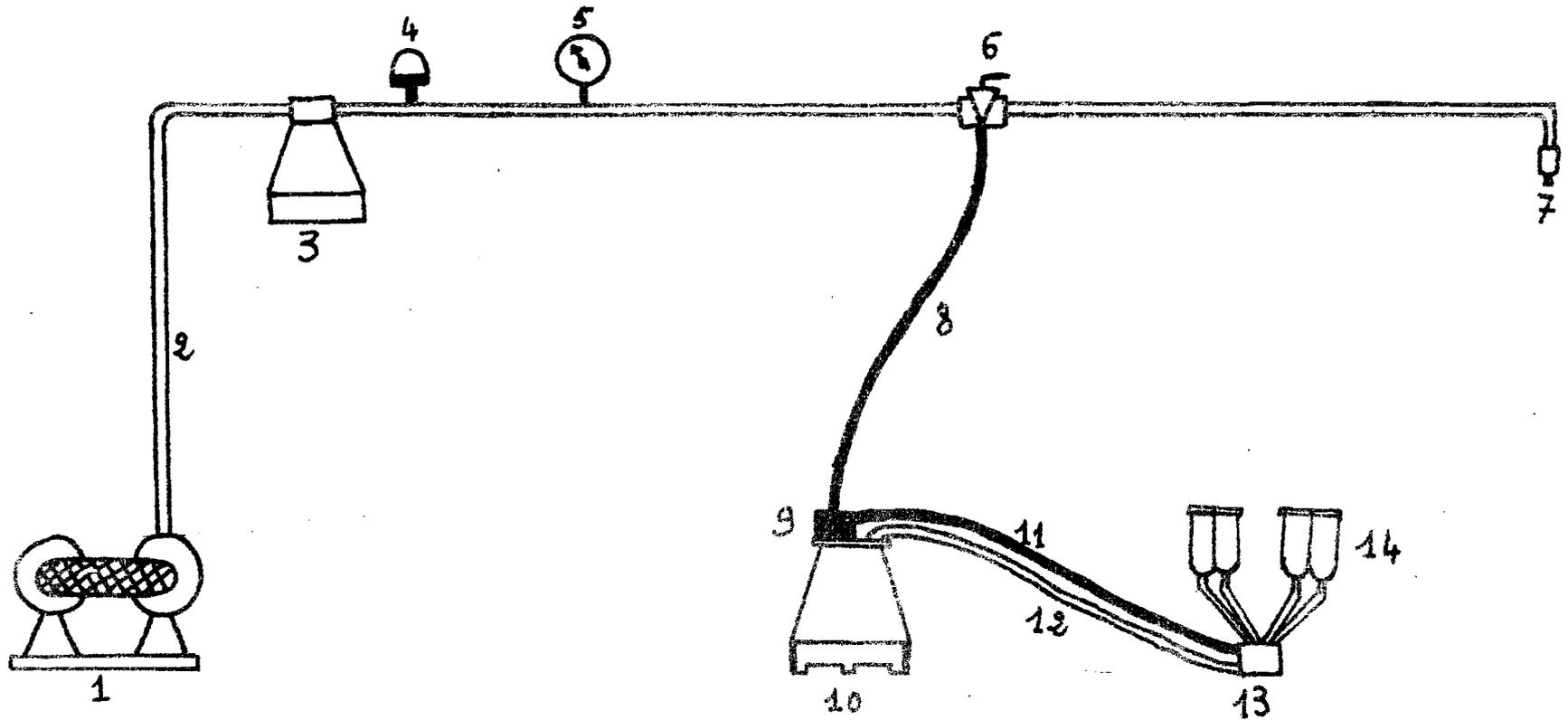
Certaines machines sont équipées avec des pompes à piston aspirantes et refoulantes c'est-à-dire débitant de l'air comprimé en même temps qu'elles font le vide dans l'installation de traite. Cet air comprimé dont la pression peut atteindre 7 à 8 bars, selon le volume de la pompe et la puissance du moteur qui l'anime, doit être emmagasiné dans un réservoir afin d'être utilisé à la ferme pour gonfler des pneus ou faire fonctionner certains appareils.

Les pompes rotatives sont de plus en plus fréquentes. Elles aspirent régulièrement et elles sont silencieuses, alors que les pompes à piston aspirent par saccades et sont souvent bruyantes en raison des trépidations.

La pompe est entraînée par un moteur de faible puissance. Si la traite a lieu à l'étable, on utilise de préférence un moteur électrique, moins coûteux et plus silencieux qu'un moteur à essence, d'odeur désagréable et ne devant être employé que lorsque l'exploitation n'est pas encore électrifiée ou si la traite est réalisée à l'herbage.

Afin de mettre les trayons des animaux à l'abri des irrégularités d'aspiration provoquées soit par la pompe, soit par la mise en route d'un nouvel élément trayeur, on prévoit toujours après la pompe, une capacité servant de volant de vide ou intercepteur de vide. Cette capacité peut être un simple pot monté sur une canalisation à vide ou une sorte de bac constituant un socle pour le groupe moto-pompe.

Le pot à lait et le pulsateur sont reliés à la pompe à vide par l'intermédiaire d'une canalisation en fer galvanisé ou en acier inoxydable parcourant toute la longueur de l'étable lorsque l'installation est à poste fixe. Le parcours de cette canalisation est jalonné par :



- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1: Pompe à vide | 8: tuyau à vide |
| 2: Canalisation de vide | 9: Puisateur |
| 3: Intercepteur de vide | 10: Pot-trayeur |
| 4: Régulateur de vide | 11: tuyau de la pulsation. |
| 5: Indicateur de vide | 12: tuyau à lait |
| 6: Robinet de prise de vide | 13: Griffes |
| 7: Valve de drainage | 14: Gobelets-trayeurs. |

Figure 14: Schéma d'une installation de traite mécanique avec pot-trayeur.

D'après "Etudes du CNEEMA" (42)

- une valve de contrôle ou régulateur de vide, destiné à maintenir le vide constant dans toute l'installation ;
- un manomètre permettant de contrôler la dépression ;
- des valves de drainage automatiques ou des robinets purgeurs destinés à évacuer lorsqu'il y a lieu, l'eau de condensation provenant de l'évaporation partielle du lait chaud sortant de la mamelle. La valve de drainage doit être placée au point de plus bas de la canalisation à vide ; celle-ci étant installée avec une légère pente (environ 5 mm par mètre) ;
- des robinets de prise de vide permettant de brancher, à l'aide d'un tuyau de caoutchouc, chaque élément trayeur. Une soupape de retenue peut être montée à l'extrémité inférieure du tuyau sur le couvercle du pot, et maintient la dépression dans celui-ci lorsqu'on débranche l'élément trayeur. Les gobelets ne risquent donc pas tomber brusquement à terre si pour une raison quelconque le vide est interrompu .

D/ QUELQUES TYPES D'INSTALLATION DE TRAITE

1/ Traite à l'étable sans transfert du lait

L'installation est le plus souvent à poste fixe.

On peut également, surtout dans les petites exploitations, traire à l'étable avec une installation mobile montée sur brouette ou chariot.

2/ Traite à l'étable avec transfert du lait

Le lait est dirigé dans une canalisation constituant la ligne de lait, depuis les animaux jusqu'à un récipient collecteur placé dans la laiterie de la ferme. Les pots trayeurs sont alors supprimés.

3/ Traite en salle de traite

Lorsque l'effectif du troupeau est suffisant ou lorsqu'on pratique la stabulation libre, on réalise alors la traite dans un local spécialement affecté à cette opération.

4/ Traite au pâturage

Plusieurs solutions sont envisageables. L'une d'elles consiste à utiliser une installation montée sur chariot permettant le déplacement sur route ou chemins ainsi qu'à travers les herbages.

Enfin lorsque les animaux séjournent loin de la ferme et que les pâturages sont assez groupés, on peut prévoir, sur l'un de ceux-ci, la construction d'un hangar léger abritant une salle de traite.

Après cet aperçu des caractéristiques de la machine à traire et du principe de leur fonctionnement, nous analysons à présent l'influence des paramètres de fonctionnement de la machine sur la traite.

E/ INFLUENCE DES DIFFERENTS PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE A TRAIRE SUR L'EFFICACITE DE LA TRAITE MECANIQUE

Une machine à traire est efficace lorsqu'elle permet de traire rapidement et totalement le maximum de lait tout en respectant l'état sanitaire de la glande mammaire.

Nous examinerons successivement :

- le niveau de vide ;
- le rapport de pulsation ou rapport succion/massage ;
- le rythme (= cadence, vitesse) des pulsations ;
- le poids de l'ensemble gobelets-griffe à lait.

1/ Le niveau de vide.

L'extraction du lait résulte de la différence de pression qui existe entre la citerne de la glande mammaire et la chambre interne des gobelets (chambre de traite). Il est nécessaire d'établir une dépression minimum pour vaincre le sphincter du trayon qui retient normalement le lait. Pour Whittlestone (38), le vide minimum nécessaire à la détente du sphincter est de 5 à 7 cm Hg pour une vache facile à traire et de 20 à 25 cm Hg pour une vache difficile.

Le niveau de vide intervient sur la vitesse de traite, il y a accélération de la vitesse de traite lorsque le niveau de vide croît. Cet effet est surtout sensible entre 25 et 38 cm Hg. Au-delà de 40 - 45 cm Hg, la remontée des gobelets s'accroît et peut gêner l'évacuation du lait. Cependant, l'influence du niveau de vide sur la vitesse de traite est fonction du degré et des limites d'élasticité du muscle constrictor (sphincter) du trayon ; ce qui est variable suivant les animaux.

Sur le plan sanitaire, l'application prolongée du vide après la traite augmenterait les chances d'érosions et de blessures sur le trayon. Cependant, les auteurs attirent l'attention sur le fait que les variations de la dépression sont beaucoup plus nuisibles que le niveau de vide lui-même. La traite devant se faire à une dépression et une cadence régulières.

2/ Le rapport de pulsation (= rapport de traite)

Le rapport de pulsation agit sur la vitesse de traite et l'état sanitaire de la mamelle.

L'augmentation du rapport de pulsation, c'est-à-dire si on réduit le temps de massage par rapport au temps de succion, provoque un accroissement sensible de la vitesse de traite (du débit de lait). Mais l'augmentation de la vitesse de traite suppose qu'on arrive à une vitesse limite qui serait définie par l'élasticité du sphincter du trayon.

L'augmentation du rapport de pulsation aurait une incidence sur l'égoûtage : il y a augmentation de la production de lait

d'égouttage, probablement due au fait que la diminution du temps de massage avec les rapports de pulsation élevés, favorise la remontée des gobelets puisque la friction entre le manchon et le trayon est alors moins importante (19).

En outre, certains auteurs notent qu'une réduction du temps de massage peut entraîner une congestion mammaire; et insistent sur l'importance d'appliquer le temps de massage de façon douce et souple.

3/ Le rythme (= cadence, vitesse) des pulsation

Son influence est perçue sur le plan physiologique par un effet stimulant sur le réflexe neuro-hormonal d'éjection du lait, et également par un effet mécanique de régularisation de la circulation sanguine perturbée par l'application d'un vide constant.

L'augmentation du rythme de pulsation favorise l'écoulement du lait surtout jusqu'à 50 pulsations par minute ; mais au-delà de 50-60 pulsations/minute, elle aurait un effet nocif sur l'état sanitaire de la mamelle.

Clough et Dodd cités par Labussière (19), ont montré, dans une étude sur l'effet combiné entre le rapport et le rythme pulsation sur le débit d'écoulement du lait, que le rapport de pulsation influe plus sur le débit de lait maximum que le rythme.

Tableau 9 : Interraction entre la vitesse de pulsation et le rapport des temps de succion et de massage.

Effets sur le débit maximum exprimé en p. 100 des valeurs trouvées à 50 pulsations/minute et au rapport 1/1. (Clough et Dodd).

Tableau 9

Nombre de pulsations par minute	Rapport des temps de succion et de massage			
	1/1	2/1	3/1	4/1
50	0	25	35-40	40-45
80	10	35	40-45	40-45
110	20	40-45	40-45	40-45
140	20	40-45	40-45	40-45
170	20	40-45	40-45	40-45

4/ L'ensemble gobelets-trayeurs et la griffe à lait

La tension du manchon-trayeur agirait fortement sur le débit maximum comme l'ont montré Clough et Dodd. (Figure 15).

Il est nécessaire que le tube médian du manchon soit souple, bien tendu et en contact étroit avec le trayon.

Le poids des gobelets et de la griffe à lait intervient sur la remontée des gobelets en fin de traite ; remontée qui peut entraîner un étranglement de la base du trayon et provoquer une rétention de lait (augmentation du lait d'égouttage). Un ensemble gobelets-griffe à lait de plus en plus lourd permet de diminuer le lait d'égouttage.

Les limites de poids dépendent :

- du pourcentage de chutes des gobelets : Dodd et Henrigues proposent de ne pas dépasser 3,280 kg ;
- de la morphologie de la glande mammaire : avec des mamelles petites l'ensemble gobelet-griffe doit être léger
- de la quantité de lait contenue dans la glande : la traction exercée par les gobelets et la griffe doit augmenter au fur et à mesure que la quantité de lait dans la mamelle diminue.

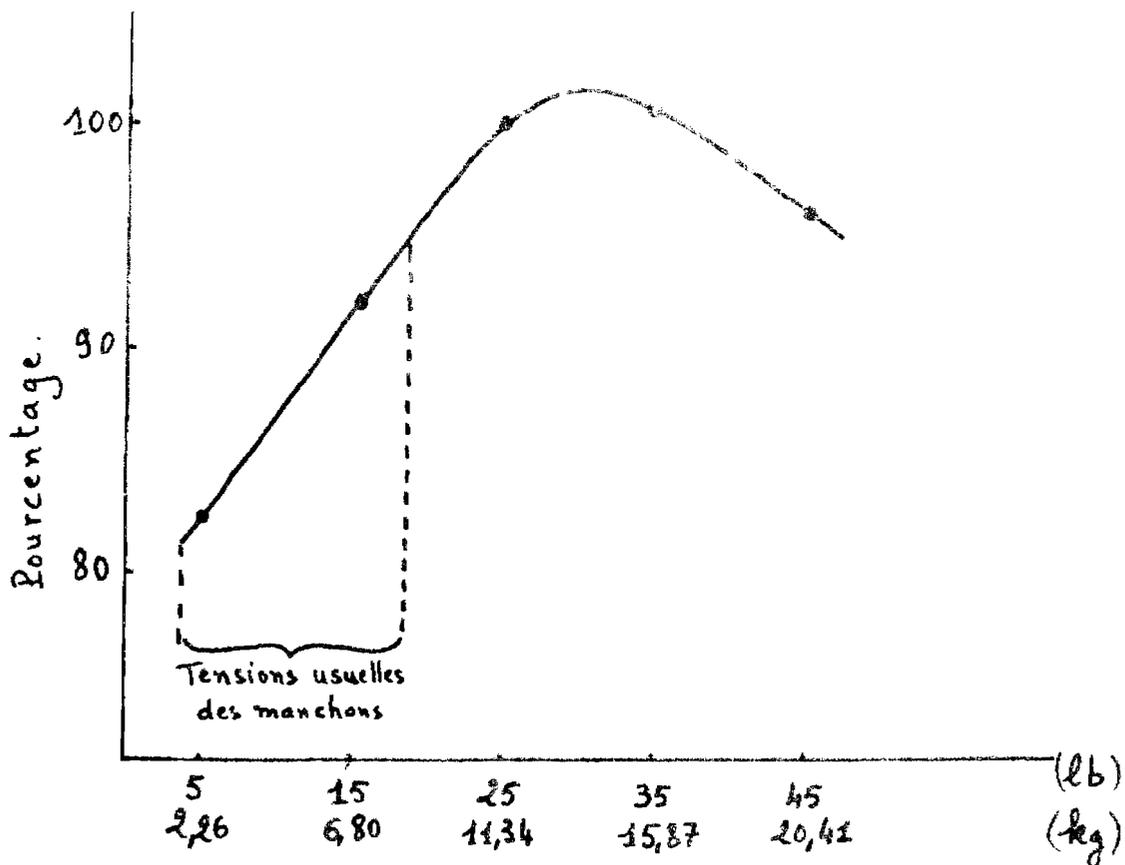


figure 15: Effets de la tension du manchon sur le débit maximum.
Les débits sont exprimés en p. 100 de celui obtenu
lors d'une tension de 25 lb.
(D'après Clough et Dodd).

CHAPITRE II : LES ESSAIS DE TRAITE MECANIQUE.

A/ LE MATERIEL ANIMAL

Ce sont des zébus de race Sahiwal et Red Sindhi introduits au Sénégal depuis 1963. Ces deux races qui ne diffèrent sur le plan phénotypique que de manière peu évidente sont regroupées sous le nom de zébus pakistanais.

1/ Alimentation

Les animaux reçoivent une ration collective de base calculée pour couvrir les besoins d'entretien et assurer une production de 5 litres de lait, et un concentré dit de production (MCP) distribué au moment de la traite, en fonction du niveau de production des animaux.

La ration collective de base est composée :

- fourrage de panicum ;
- un concentré d'équilibre (M. C. E.)
- un "aliment de base" ;
- tourteau.

Le tableau 10 donne les formules des concentrés et de l'aliment de base.

Le fourrage est consommé soit sur le pâturage soit à l'auge. Les concentrés, l'aliment de base et le tourteau sont distribués à l'auge.

2/ Caractères zootechniques

a/ Reproduction

Age au 1er vêlage : 979 jours (26 observations)

Taux de naissance : entre 90 et 98 p. 100

Intervalle entre vêlages : 387 jours (158 observations)

Sex-ratio : 51 p. 100 en faveur des mâles (de 1977 à 1980)

Poids à la naissance (mâles et femelles confondus) entre 20 et 25 kg.

Tableau 10 Formules des concentrés et de l'aliment de base.

Composants	M.C.P.	M.C.P.	Aliment de base		
			1*	2**	3***
son de blé	43		55	40	
Sorgho ou Mil					
Maïs	50	70			
Tourteau		27			10
Coque d'arachide	2		30		
Coque de coton				40	
C. M. A.	5	3			2
Complément vitaminé	0,2	0,2			
Sel			1	0,5	1
Mélasse			12	18	12
Granicalcium			2	1,5	
Paille de riz					75

M. C. E. : Montbéliard concentré d'équilibre

M. C. P. : Montbéliard concentré de production

C. M. A. : Complément minéral

1* : à base de coque d'arachide

2** : à base de coque de graine de coton

3*** : à base de paille d'arachide.

b/ Production laitière

La production moyenne calculée sur 35 lactations de différents rangs est de 1 300 kg de lait pour une lactation de 255 jours. Cependant compte tenu des performances en début de lactation (7,6 kg), il est possible d'espérer des productions plus élevées (1950 kg de lait en 255 jours en 1973 soit 7,7 kg par tête et par jour).

Sur le plan individuel, des pics de lactation avoisinant 15 à 25 kg ont été rencontrés.

Sur le plan qualitatif, le lait des zébus pakistanais titre 48 p. 1 000 de matière grasse et 36 p. 1 000 de matière azotée.

B/ LA MACHINE A TRAILLE UTILISEE

1/ Schéma du montage

figure : 16.

2/ Caractéristiques de la machine

Le matériel est de marque Lorraine Cotibar (FRANCE)

a/ La pompe à vide

C'est un groupe pompe à bain d'huile avec moteur électrique triphasé 380 volts/50 Hz.

- Type : Normale (P. N.)
- Puissance moteur CV : 1
- Vitesse de rotation : 420
- Débit en l/mn d'air atmosphérique mesuré à 38 cm Hg : .. 240
- Huile conseillée : SAE 30 ou SAE 40
- Capacité carter : 0,35 l
- Température de fonctionnement (mesurée à l'échappement) 75° 78° C
- Consommation en huile : .. 2 à 3 cl/heure.

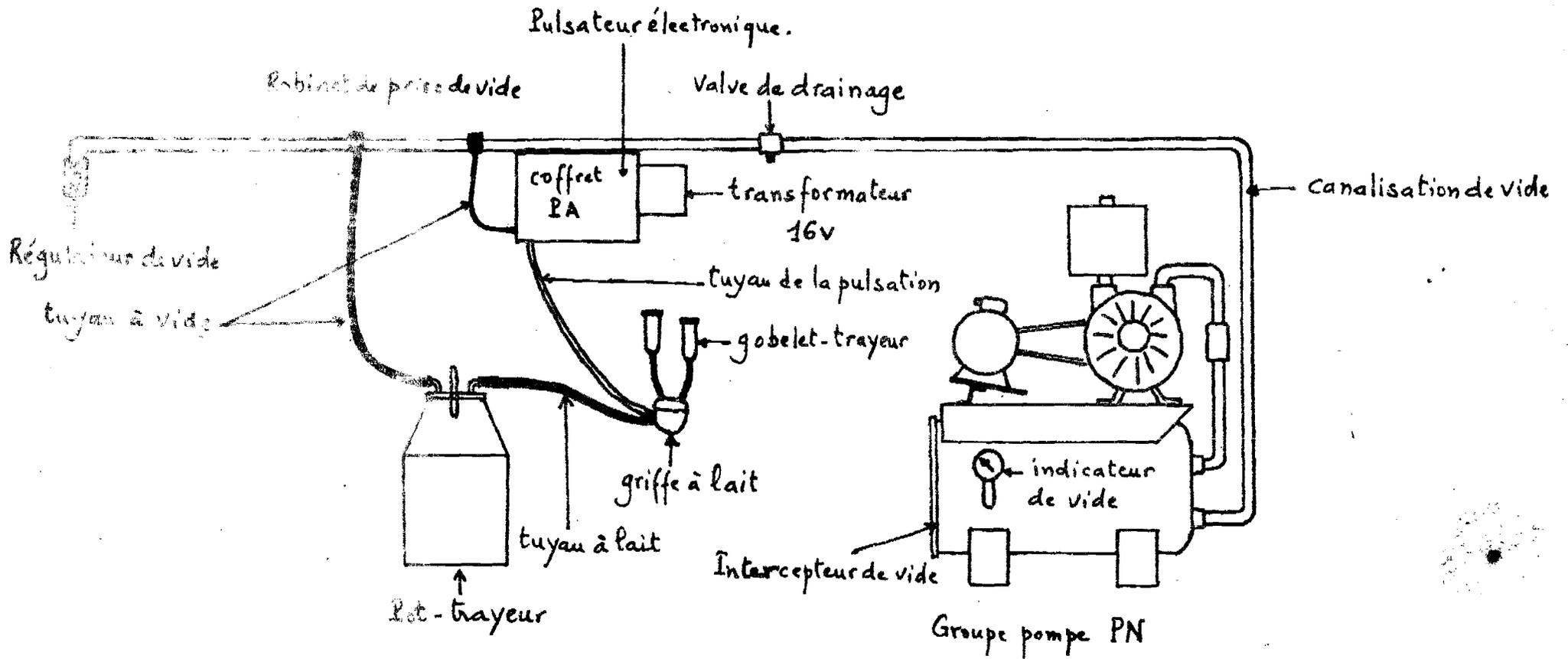


figure 16 : Schéma du montage de traite mécanique (Sangalkam)

b/ La canalisation à vide

En tube galvanisé de diamètre 24 x 34 ou 1 inch.

c/ Le pulsateur

C'est un pulsateur dit électronique, constitué par un boîtier inox, fixé à la canalisation à vide, et contenant un générateur d'impulsions alternées et d'une électrovanne alimentant deux faisceaux trayeurs. (figure 17). Le générateur est alimenté par un courant électrique de 16 volts grâce à un transformateur placé à côté.

d/ La valve de drainage

Dans notre montage, la valve de drainage est située avant les robinets de prise de vide, cela pour des raisons techniques liées à l'installation, alors qu'il devrait se placer à la fin de la canalisation à vide.

e/ Le régulateur de vide

C'est un régulateur à ressort qui permet l'admission d'air lorsque le niveau de vide commence à devenir trop important dans l'installation permettant ainsi de stabiliser le vide.

Ce régulateur est placé à l'extrémité du montage.

f/ Les robinets de prises de vide.

Ce sont des robinets à bride \varnothing 26 x 34

g/ Les tuyaux de raccordement

Ils sont en caoutchouc.

- tuyaux à vide : (12 x 22)
- tuyaux à lait : (15 x 25)
- tuyaux de pulsation jumelés : (7 x 13)
- tuyaux courts de pulsation : (6 x 12)

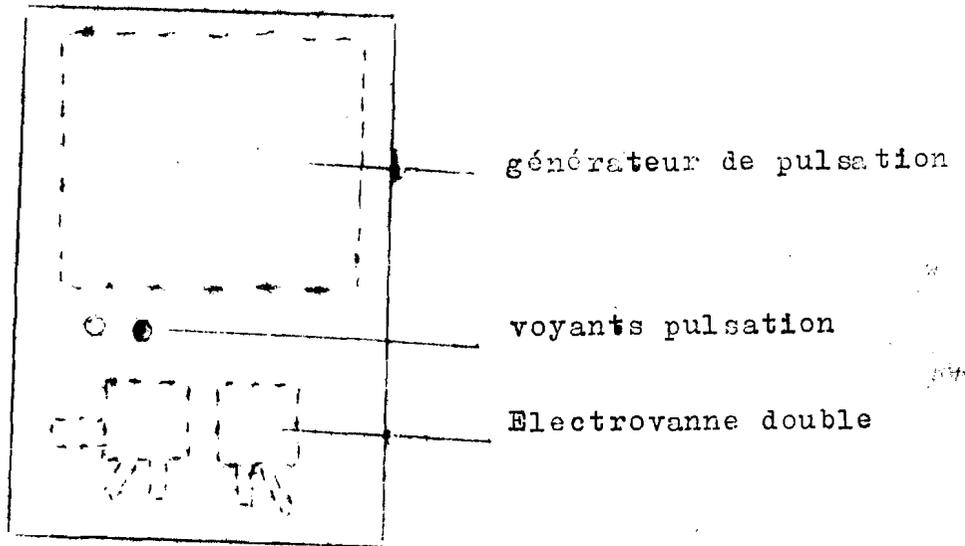


Figure 17 Boitier électronique P. A.

L'électrovanne présente une polarité . (figure 18)

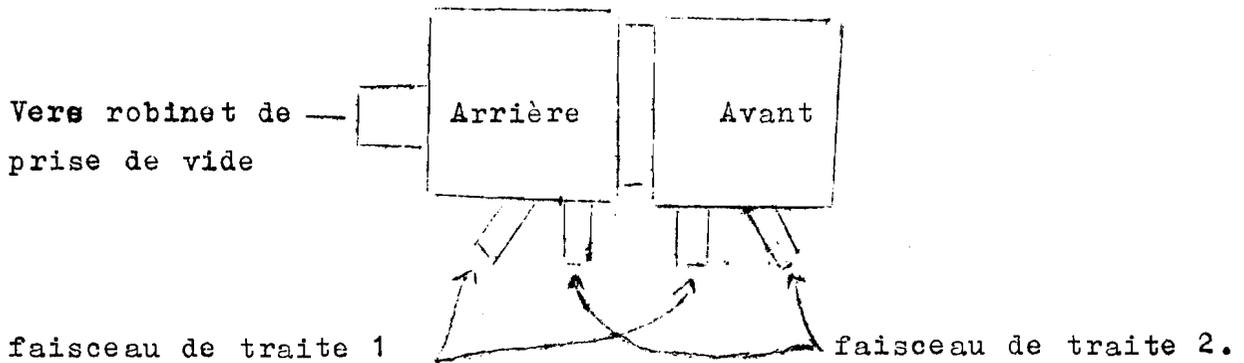


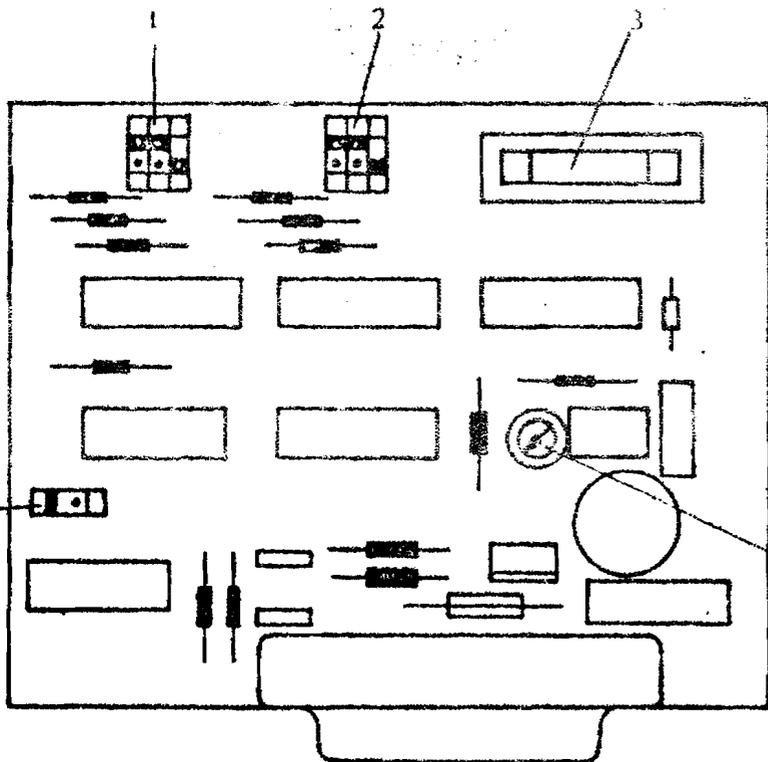
Figure : 18

Le générateur de pulsation est constitué par une carte portant les différents réglages de la pulsation.

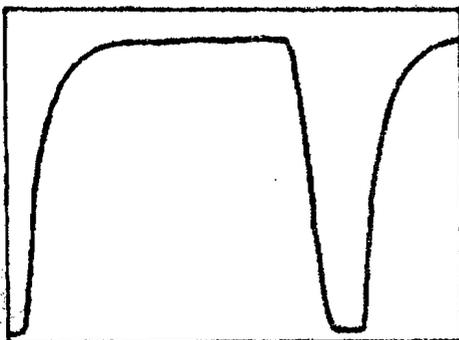
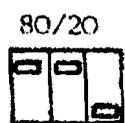
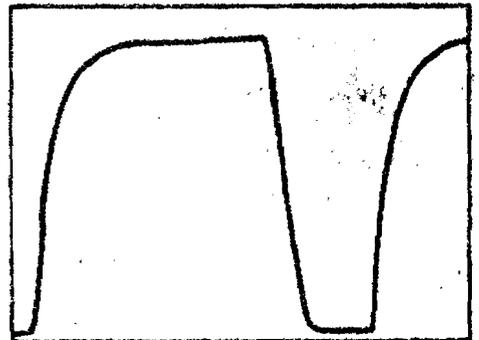
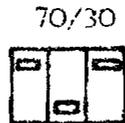
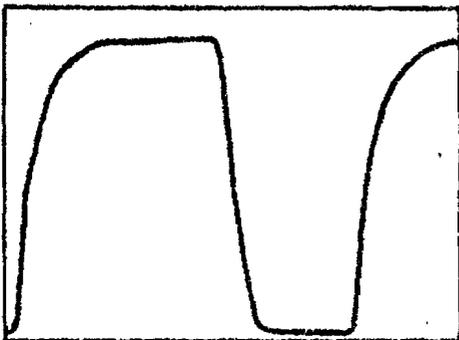
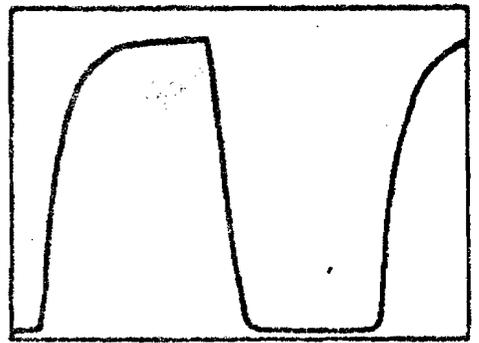
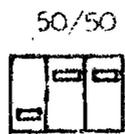
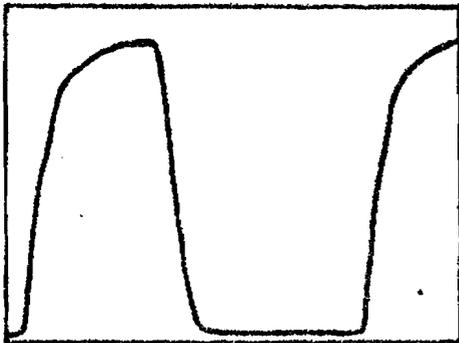
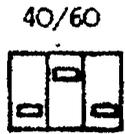
Ce pulsateur permet d'appliquer aux quartiers antérieurs et postérieurs des rapports de traite différents.

Les schémas de la page suivante expliquent les différents réglages du pulsateur et la figure 19 illustre le schéma de câblage intérieur du pulsateur.

A - RÉGLAGES :

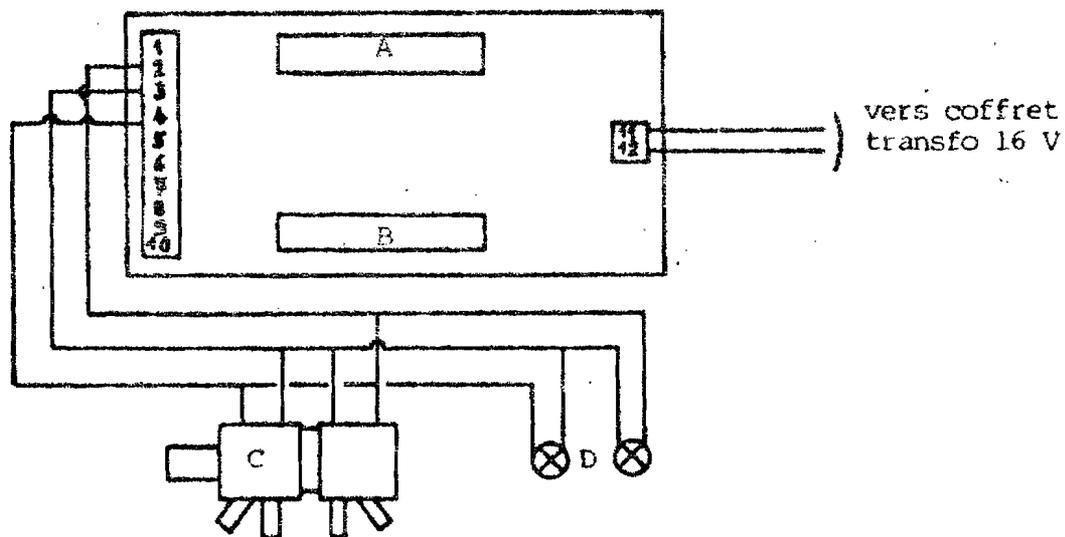


- 1 = Réglage de rapport de traite Arrière
- 2 = Réglage de rapport de traite Avant, (placer les groupes d'inverseurs selon le rapport de traite choisi (voir ci-dessous))
- 3 = Fusible 1,6 A
- 4 = Potentiomètre de réglage de la cadence: 50 à 120 puls/mn
- 5 = Inverseur pulsation continue/arrêt automatique (représenté en pulsation continue : cas du boîtier PA)



NB : Le réglage usine est :
 - cadence : 56 ± 1 puls/mn
 - rapport : 70/30 sur chaque sortie

Figure 19: Schéma du cablage intérieur. (42)



A et B : connecteur de cartes

C : électrovanne double 2 x 12 V - 800 mA

D : voyants de pulsation verts 20 mA

borne 2 : + électrovannes avant et arrière

borne 3 : - électrovanne quartiers avants

borne 4 : - électrovanne quartiers arrièrees

NB : L'adjonction de la carte CFT en B et du fluxmètre permet de transformer le boîtier PA en boîtier PA + CFT réalisant l'arrêt des pulsations en fin de traite.

h/ Les gobelets-trayeurs et la griffe à lait

Gobelets en acier inoxydable

Manchons de grande taille : \varnothing 26,5 mm

Griffe en plastique transparent

Poids des gobelets trayeurs + griffe : 2 kg 500.

i/ Le pot-trayeur

Il est en acier inoxydable. Capacité : 20 litres.

c/ L'ESSAI DE TRAITE MECANIQUE

1/ Protocole d'essai

Notre travail sera limité à l'étude de l'aptitude du zébu pakistanais à libérer plus ou moins totalement son lait en traite mécanique.

L'étude porte sur cinq animaux pris à différents stades de lactation et à différents numéros de lactation :

- 1 en 6ème lactation (5ème et 6ème mois) ;
- 1 en 4ème lactation (1er et 2ème mois) ;
- 2 en 2ème lactation (2ème et 3ème mois ; 1er et 2ème mois) ;
- 1 en 1ère lactation (1er et 2ème mois).

Les animaux sont traités deux fois par jour : le matin (7 heures) et l'après-midi (17 heures).

La traite est effectuée avec la combinaison des paramètres de fonctionnement la machine suivante :

- Niveau de vide : 33 cm Hg
- Rapport de traite $\frac{50}{50}$ à l'avant et à l'arrière
- Vitesse de pulsation : 56 pulsations par minute
- Manchons-trayeurs de grande taille : \varnothing 26,5 mm.

Le choix de cette combinaison permettant une traite "douce" comparée aux paramètres généralement utilisés pour les bovins : niveau de vide 38 cm Hg, rapport de traite $\frac{70}{30}$; répond au souci de ménager les animaux pour éviter tout autre facteur pouvant perturber leur comportement hormonal au moment de la traite ; en plus de l'action que pourrait avoir sur ce comportement le passage de la traite manuelle à la traite mécanique.

Pour la conduite des animaux à la traite nous avons adopté la méthode suivante :

- Avant le démarrage de l'expérience, nous avons essayé d'"habituer" les animaux au bruit de la machine en marche, et au nouvel environnement de la traite : présence du pot-trayeur à côté de l'animal, avec les tuyauteries qui l'accompagnent.
- Après cette épreuve, les vaches n'ayant pas montré de réactions particulières, la traite mécanique proprement dite se déroule comme suit :

- . On amène l'animal après la mise en route de la machine ;
- . préparation à la traite : lavage de la mamelle avec de l'eau tiède additionné de "Théragerm" (antiseptique à base de sels d'ammonium quaternaire) à raison de 10 ml pour 1 litre d'eau ; puis essuyage de la mamelle ;
- . pose des gobelets-trayeurs, traite, égouttage-machine.
- . Décrochage des gobelets.
- . La traite est terminée par une repasse manuelle pour éviter les éventuelles rétentions de lait.

Les mesures suivantes ont été effectuées (voir à la page 72 la fiche d'observations) :

- la quantité de lait recueillie à la machine : lait de la traite + lait d'égouttage. Le matériel de traite dont nous disposons ne permet pas de recueillir séparément ces deux récoltes ;

- le temps total de traite : depuis la pose des gobelets jusqu'à la fin de l'égouttage ;
- la quantité de lait recueillie à la repasse manuelle.

2/ Les Résultats et commentaires

Les résultats préliminaires obtenus montrent que le passage de la traite manuelle à la traite mécanique semble être bien supporté par les animaux. En effet les vaches pakistanaises acceptent bien la pose des gobelets à leurs trayons, elles ne présentent pas de réactions tendant à faire chuter les gobelets.

L'analyse de l'aptitude des animaux à libérer plus ou moins totalement leur lait sera faite par le calcul du rapport entre la quantité de lait recueillie à la machine sur la quantité totale de lait obtenue lors de la traite c'est-à-dire lait-machine + lait de repasse manuelle.

Le rapport lait-machine se situe pour l'ensemble des animaux autour de 93 p. 100 avec :

- 93,35 \pm 1,46 pour la traite du matin
- 93,09 \pm 1,35 pour la traite du soir.

Cependant les animaux réagissent différemment à la traite ; en effet on constate des variations individuelles (tableau 11) et des variations d'une traite à l'autre comme l'indiquent les figures 20 et 21.

TABLEAU 11

Numéros des animaux	Production journalière (kg)	<u>lait-machine</u> (p.100) quantité totale de lait	
		Matin	Soir
25	6,95	96,52 ± 1,08	95,32 ± 1,55
63	9,40	95,68 ± 1,76	92,72 ± 2,09
101	4,77	87,68 ± 4,33	93,56 ± 2,45
129	1,30	93,12 ± 3,84	91,54 ± 4,60
93	3,69	94,72 ± 1,92	94,33 ± 2,27

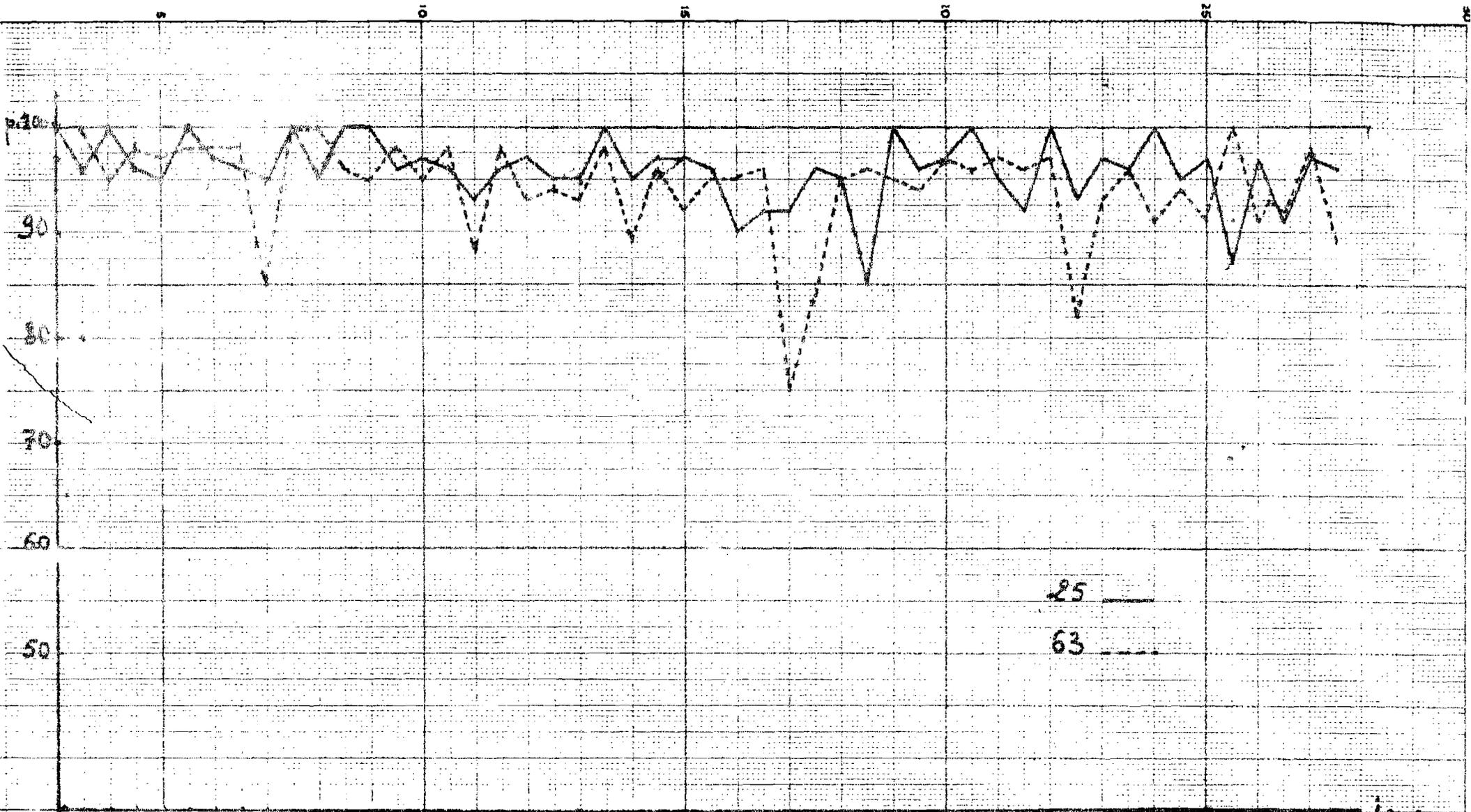


figure 20: Courbe du rapport

lait - machine
quantité totale de lait

en fonction de la date de contrôle.

jours

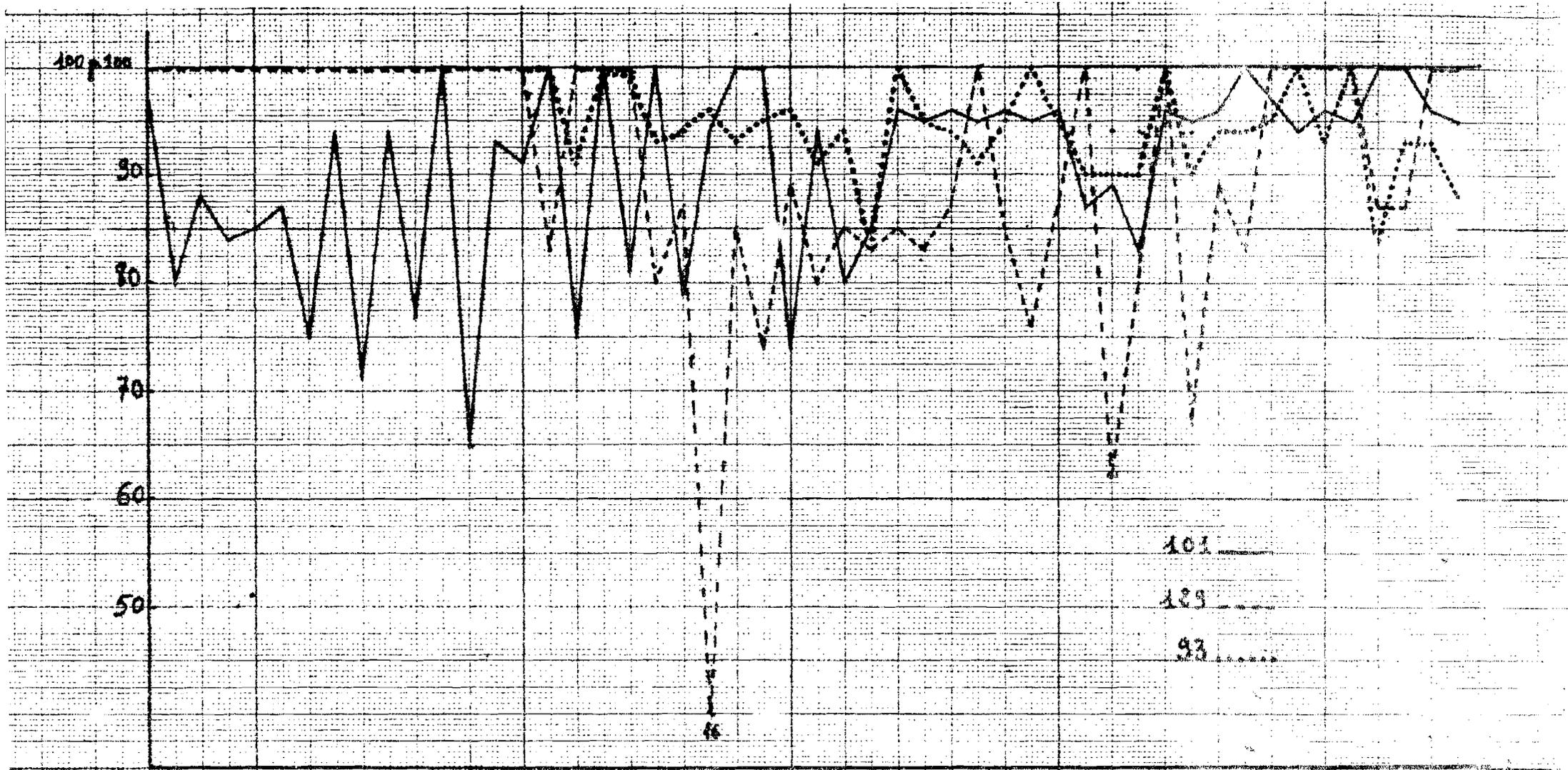


figure 20: Courbe du rapport $\frac{\text{lait machine}}{\text{quantité totale de lait}}$ en fonction de la date de contrôle.

L'étude des courbes donnant le rapport $\frac{\text{lait-machine}}{\text{quantité totale de lait}}$ en fonction de la date de contrôle, montre que les animaux qui produisent le plus de lait. (n°s 25 et 63) semblent être mieux adaptés à donner complètement leur lait à la traite.

Cela peut s'expliquer par le fait que l'évacuation du lait de la mamelle lors de la traite, est liée à la dépression appliquée par la machine sur le trayon, et à la pression intra-mammaire (qui provoque l'éjection du lait), laquelle pression est en rapport avec la quantité de lait dans la glande mammaire.

Les variations importantes rencontrées d'une traite à l'autre chez les autres animaux résulteraient d'une **in**constance dans l'établissement d'une bonne éjection, en rapport avec leur production laitière très faible et la préparation des animaux à la traite.

Si la plupart du temps, il a été possible de recueillir du lait à la repasse manuelle (entre 4 et 12 p. 100 de la production suivant les animaux), il est difficile d'attribuer cela à une simple rétention de lait faite par les animaux lors de la traite. Certes, il y a eu dans certains cas, surtout chez les animaux à production laitière faible, des rétentions ; mais on sait que la traite ne peut vider totalement tout le lait de la mamelle, il reste toujours après la traite une certaine quantité de lait dans la glande. L'égouttage permettrait de recueillir **d'avantage de lait**, mais avec le niveau de vide 33 cm Hg, la dépression n'est pas assez forte pour un égouttage vigoureux. De plus le fait de décrocher les gobelets, et de faire la repasse manuelle, pourrait entraîner une nouvelle décharge hormonale (ocytocine) qui libérerait une certaine quantité de lait retenue dans les alvéoles de la glande mammaire. Cependant même si la possibilité de plusieurs décharges d'ocytocine est citée par certains auteurs, au cours de la traite chez la vache (ceci est confirmé chez la brebis (5)), il nous est difficile de le vérifier dans ce cas-ci.

Le débit moyen d'écoulement du lait obtenu sur l'ensemble des animaux se situe autour de 1 kg de lait par minute.

La vitesse d'écoulement du lait est très variable d'un animal à l'autre, elle varie entre 0,50 kg/mn à 1,20 kg/mn. Le faible débit obtenu chez la vache n° 129 tient au fait que le temps mis pour l'égouttage est généralement le même pour tous les animaux, et avec sa production très faible, la vitesse moyenne de traite est fortement diminuée.

Il a été constaté qu'au cours de cet essai, chez les animaux pris en pleine lactation, une régularisation de la production laitière par rapport à celle de la phase de traite manuelle. Cela peut s'expliquer par le fait qu'à la traite manuelle, les animaux réagissent aux changements de trayeurs. Les méthodes de traite manuelle utilisées (traite à la poignée, au pouce, à la pincée...) diffèrent d'un trayeur à l'autre, et de plus en note chez les animaux certains qui acceptent mieux un trayeur qu'un autre.

Ces résultats préliminaires ont permis d'orienter la poursuite des études dont nous ne pourrons pas présenter ici les résultats, à cause d'un retard enregistré dans la mise en place de cette expérience. La poursuite de ces essais se fera par l'augmentation du nombre d'animaux passés à la machine, le testage de différentes combinaisons de paramètres de traite pour améliorer l'égouttage par l'augmentation du niveau de dépression et par le choix d'un rapport de traite adéquat.

Des études sur l'effet de la stimulation (massage) avant la traite sur la vitesse de traite seront également envisagées.

C O N C L U S I O N

---OoOo-----

La traite mécanique demande une parfaite harmonie entre l'animal, la machine et l'homme qui est chargé de conduire l'opération.

L'organisme de l'animal influe beaucoup sur l'efficacité de la traite.

L'adaptation des zébus pakistanais à la traite mécanique ne pourra donc se faire de manière efficace que si les schémas de sélection, en plus du critère production laitière prennent en compte les paramètres anatomiques en rapport avec la traite mécanique à savoir :

- l'équilibre des quartiers : on essaiera de choisir des animaux qui présentent des quartiers les mieux équilibrés possibles avec un indice antéropostérieur avoisinant 50 p. 100 ;
- la forme, la taille et l'implantation des trayons, dont le choix dépendra du gobelet-standard choisi pour cette race ; la taille du sphincter du canal du trayon sera également importante à considérer car c'est elle qui est le facteur essentiel dont dépend la vitesse de traite.

L'anatomie de la mamelle, seule ne constitue pas l'élément le plus important, en effet il serait souhaitable que des études ultérieures viennent éclairer et donner plus de précisions sur la physiologie de la traite chez les zébus : dosages hormonaux, mesure de la pression intra-mammaire, problème de l'instinct maternel.

Le choix des paramètres de fonctionnement de la machine devra se porter plus particulièrement sur le niveau de dépression à appliquer afin de pouvoir effectuer un égouttage plus complet.

Le rapport de traite permettra, par l'augmentation du temps de succion par rapport au temps de massage ($\frac{60}{40}$ ou $\frac{70}{30}$), l'amélioration de la vitesse de traite, et combiné à la dépression, l'égouttage.

L'harmonie qui devra exister entre l'animal et la machine ne pourra se réaliser qu'avec la technicité du trayeur, car c'est lui qui devra créer l'ambiance sereine dans laquelle doit s'effectuer la traite et assurer le bon fonctionnement de la machine ; ce qui suppose au préalable une certaine formation.

L'utilisation de la machine sous la forme d'une installation mobile, montée sur chariot permettra de diminuer les frais d'installation et de traire les vaches directement au pâturage.

Cependant la traite mécanique ne pourra être envisagée, faut-il le rappeler, que sur des animaux dont la production laitière est assez élevée, et entretenus dans un système intensif ou semi-intensif où le nombre d'animaux à traire est important. La mise en place d'un tel système de production implique, au préalable, la résolution des contraintes alimentaires qui constituent le facteur limitant essentiel des productions animales dans nos pays.

B I B L I O G R A P H I E

1. - Admin (E.I.) and Migaleva (N.A) : Problèmes in selecting cows for machine milking. - Animal Breeding Abstracts, 1967 ; 35, (4), n° 3371.
2. Anram (Y.) et Labussière (J.) : Etude du fonctionnement des pulsateurs utilisés pour la traite des vaches laitières. (Effets du niveau de dépression sur l'évolution de la courbe de pulsation).- Annales de Zootechnie, 1972 ; 21, (3), 355-373.
3. Cleverley (J. D.) : The detection of oxytocin release in response to conditioned stimulus associated with machine milking in the cow.- The Journal of Endocrinology, 1968 ; 40.
- o 4. Craplet (C.) : La Vache laitière - 1960.- Vigot Frères Editeurs.
5. Denanur (R.) et Martinet (J.) : Action de l'ocytocine sur la sécrétion de lait de brebis. - Annales d'Endocrinologie, 1961, T 22 ; (5), 777-781.
- o 6. Denis (J. P.) : Rapport sur la production laitière au Sénégal. Résultats des recherches entreprises durant le Vè plan.- L.N.E.R.V., n° 73.-215pp. Avril 1981
7. Desvignes (A.) et Poutous (M.) Etude préliminaire des caractéristiques des vaches laitières.- Annales de Zootechnie, 1963 ; 12, (1), 17-37

8. Dietrich (K.). Investigation into measuring possibilities for the rapid determination of ease milking by machine cows.
Animal Breeding Abstracts, 1966 ; 34, (3), n°2357
9. Le Du, Mohaer (J. L.), Lamblion (P.) : La Machine à traire : paramètres physiques caractérisant le fonctionnement du manchon trayeur. - Ann. Biol. Bioch. Biophys., 1977 ; (6), 971-985.
10. Erb (R. E.) : Hormonal control of mammatogenesis and onset of lactation in cows. - J. Dairy. Sci., 1977; 60, (2), 155 - 169
11. Fargeas (J.) : Sur les mécanismes du déclenchement et de l'entretien de la sécrétion lactée. - Rev. Med. Vet., Aout-Sept 1979 ; T 30, 1115 - 1129.
12. Folley (S. J.) and Knaggs (G. S.) : Milk ejection activity (oxytocin) in the external jugular vein blood of the cow, goat and sow, in relation to the stimulus of milking or suckling. -
The Journal of Endocrinology, 1966 ; 34, 197-214
13. Graf (G. C.) : Ejection of milk in relation to levels of oxytocin injected intramammary. - J. Dairy. Sci., 1969 ; 52, (7), 1003 - 1007.
14. Hanzen (C.) : La lactation : rappels physiologiques et induction. Application à l'espèce bovine. - Ann. Med. Vet., 1979 ; T 123, n° 8, 533 - 553.
15. Koprowski (J. A.) and Tucker (H.A.) : Failure of oxytocin to initiate prolactin or luteinizing hormone release in lactating dairy cows. - J. Dairy. Sci., 1971 ; 54, (11) 1675 - 1680.

16. Koroljkov (V.I.) and Novikov (S. S.) : The effect of massage of the udder of heiders on milk production and body conformation.
Animal Breeding Abstracts, 1967, 35, (1), n° 1159
17. Labussière (J.) et Richard (Ph) : La traite mécanique ! Aspects anatomiques, physiologiques et technologiques. - Annales de Zootechnie, 1965 ; 14, 63 - 126.
18. Labussière (J.) et Combaud (J. F.) : Effets combinés des différents paramètres de fonctionnement de la machine à traire.
Annales de Zootechnie, 1966 ; 15, (1), 85 - 88.
19. Labussière (J.) Exigences morphologiques de la glande mammaire en vue de la traite mécanique et importance des paramètres de fonctionnement de la machine à traire.
Ann. Nutr. Alim, 1966 ; 20, (6), 91 - 119.
20. Labussière (J.) et Durand (A.) : La pression intramammaire chez les bovins après une stimulation de la mamelle ou une injection intrajugulaire d'ocytocine. - Annales de Zootechnie, 1970 ; 19, (4), 385 - 397.
21. Lawson (D. M.) and Graf (G. C.) : Plasma oxytocic activity and intra-mammary pressure. - J. Dairy. Sci. 1968 ; 51, (10), 1676 - 1679.
22. Lecoq (P.) : Les installations de traite mécanique. - Ann. Nutr. Alim., 1966 ; 20, (5), 7 - 27.
23. Linzell (J. L.) Physiology of the mammary glands. - Physiol. Review, 1959 ; 39, 534 - 576.

24. Martinet (J.) : Que peut-on espérer à propos de la malléabilité de l'organisme des animaux producteurs de lait.-
Ann. Nutr. Alim. 1966, 20, (5), 75 - 87.
 25. Monongan (V. E.) and Schmidt (G.H.) : Oxytocin levels in the plasma of Holstein - Friesian cows during milking with and without premilking stimulus.- J. Dairy Sci, 1970 ; 53, (6), 747 - 751.
 26. Naito (M.) and al. : Relationship between various teat characters and milking characteristics en Holstein cows.- Animal Breeding Abstracts, 1966 ; 34, (2), n° 1075.
 27. Naude (R. T.) and Smith (A.) : The relationship between conformation of teat and milkability of the cow.- Animal Breeding Abstracts, 1966 ; 34, (1), n° 123.
 28. Oger (Y. Frère.) et coll. : Recherche sur un facteur de sélection du pis en vue de la traite mécanique chez les vaches. - Académie d'Agriculture de France ; 1960 ; 46, 498 - 505.
 29. Paul (B.) : Les machines à traire comparées dans la pratique.- Thèse Doctorat Vét. Alfort 1949 ; n° 12.
 30. Pavaux (Cl.) : Cours d'Anatomie. E. I. S. M. V. Dakar.
 31. Poutous (M.) : Problèmes posés par la sélection sur l'aptitude à la traite.- Ann. Nutr. Alim. 1966 ; 20, (5), 57 - 72.
-

32. Richard (J.) et Auclair (J.) : Traite mécanique et qualité du lait.- Ann. Nutr. Alim., 1966 ; 20, (5), 29 - 41.
33. Sarth (S. M.) and al. : The effect of udder shape on milk production and milking rate in Russian Black Pied Cows.- Animal Breeding Abstracts, 1977 ; 45, (1), n° 667.
34. Sinjavin (L. N.) : The evaluation of dairy cattle by the conformation and functional characters of udder.- Animal Breeding, 1967, 35, (1).
35. Starkov (V. V.) : Some problems in evaluating the cow's udder.- Animal Breeding Abstracts, 1967 ; 35, (3), n° 2325.
36. Theret (N.) et Oger (Y. Frère.) : Instrument pour la mesure des trayons des vaches laitières.- Rec. Med. Vet., Avril 1961, tome 34.
37. Glatard (Th) : Le contrôle de la machine à traire adapté aux besoins du praticien vétérinaire.- Thèse Doctorat Vét. ; Lyon 1979 ; n° 89.
38. Veisseyre (R.) : Technologie du lait. 1975 ; La Maison Russe. Paris.
39. Velitok (I. G.) : Phenotypic changes in milk-ejection in cows.- Animal Breeding Abstracts, 1970 ; 38, (3), n° 1198.
40. Velitok (I. G.) : Functional characteristics of udder volume cows.- Animal Breeding Abstracts, 1970 ; 38, (4), n° 3492.

41. Anonyme : Rapports de Zootechnie 1978 - 79 - 80.
Lab. Nat. Elev. Rech. Vet. DAKAR.
42. Anonyme : La traite mécanique en 1977 ; Etudes du
Cent. Nat. d'Etude et d'Exp. en Mach.
Agric. (C N E E M A) n°s 429 - 430.
43. Anonyme : Documents "Lorraine Cotibar". n° 79, P. A.

TABLE DES MATIÈRES

-:-:-:-:-

INTRODUCTION :

PREMIÈRE PARTIE :

L'Aptitude à la traite mécanique.....4...

CHAPITRE I :

Les Facteurs anatomiques.....5...

A. Rappels sur la morphologie et la structure de
la mamelle.....

B. Etude de quelques caractéristiques anatomiques
de la mamelle de femelle pakistanaise.....8...

1 - But de cette étude.....

2 - Méthode utilisée.....9...

3 - Résultats et commentaires.....10...

a/ Conformation du pis chez la femelle pakistanaise.....

b/ Distance Mamelle-Sol et distance entre les trayons.12...

c/ Hauteur et diamètres des trayons.....

d/ L'indice antéro-postérieur (I ap) et
l'indice gauche-droit (I gd).....14...

e/ Le Débit moyen.....16...

CHAPITRE II :

Les Facteurs physiologiques.....21...

A. Rappels de physiologie de la lactation.....

1 - La lactogénèse.....24...

2 - La galactopoïèse.....

a/ le réflexe galactocinétique.....26...

b/ le réflexe galactopoïétique.....

c/ les mécanismes mis en jeu.....

B. Paramètres physiologiques en rapport avec
la traite..... 28

1 - L'éjection du lait.....32...
2 - Les phénomènes inhibiteurs de l'éjection...32...
3 - L'évacuation du lait.....
4 - Le problème de l'instinct maternel chez
le zébu.....34...
5 - Application pratique.....34...
6 - Les différentes phases de la traite.....

DEUXIEME PARTIE :

La traite mécanique.....36...

CHAPITRE I :

La Machine à traire.....37.....

A. Historique.....

B. Principes de fonctionnement de la machine à traire 38...

1 - Les Machines à chambre unique ou machines
à simple action dites à succion coupée.....
2 - Les Machines à chambre double ou machines
à double action dites à succion et pression...39..

C. Description des différents éléments d'une
machine à deux temps.....44..

1 - Les gobelets-trayeurs.....45...
2 - La griffe à lait.....45...
3 - Le pot à lait ou élément-trayeur.....47...
4 - Le pulsateur.....47...
5 - La pompe à vide.....48..

D. Quelques types d'installation de traite.....50..

- 1 - Traite à l'étable sans transfert du lait.....
- 2 - Traite à l'étable avec transfert du lait.....
- 3 - Traite en salle de traite.....51..
- 4 - Traite au pâturage.....

E. Influence des différents paramètres de fonctionnement de la machine à traire sur l'efficacité de la traite mécanique.....

- 1 - Le niveau de vide.....52..
- 2 - Le rapport de pulsation (= rapport de traite).....
- 3 - Le rythme (= cadence, vitesse) des pulsations...53..
- 4 - L'ensemble gobelets - trayeurs et la griffe à lait..

CHAPITRE II

Les Essais de traite mécanique.....55..

A. Le Matériel animal.....

- 1 - Alimentation.....
- 2 - Caractères zootechniques.....
- a/ Reproduction.....
- b/ Production laitière.....56..

B. La Machine à traire utilisée.....

- 1 - Schéma du montage.....
- 2 - Caractéristiques de la machine.....
- a/ La pompe à vide.....
- b/ La canalisation à vide.....6..
- c/ Le pulsateur.....
- d/ La valve de drainage.....

o/ Le régulateur de vide.....
f/ Les robinets de prise de vide.....
g/ Les tuyaux de raccordement.....
h/ Les gobelets - trayeurs et la griffe à lait.....64
i/ Le pot - trayeur.....

C. L'Essai de traite mécanique.....

1 - Le protocole d'essai.....56
2 - Les résultats et Commentaires.....

CONCLUSION

Bibliographie.....

Table de matières.....

Le Candidat

VU :

LE DIRECTEUR
de l'Ecole Inter-Etats des Sciences
et Médecine Vétérinaires

LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et
Médecine Vétérinaires

VU :

LE DOYEN
de la Faculté de Médecine et
de Pharmacie

LE PRESIDENT DU JURY

Vu et Permis d'imprimer.....

Dakar, le.....

LE RECTEUR PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR.

J E R M E N T D E S V E T E R I N A I R E S D I P L O M E S D E D A K A R

-----oOo-----

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, Fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le monde, je promets et je jure, devant mes maîtres et mes aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;

- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays ;

- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;

- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE
QUE JE ME PARJURE".