

## Les laits tropicaux

### Etude de la composition chimique et des variations de composition des laits de vaches au MALI

par (R.) RIVIÈRE et (J.) CLÉMENSAT

avec la collaboration technique de SAKHO MOUSSA

Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux  
(Travaux réalisés au Laboratoire de Biochimie du Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba-Bamako (Mali))

#### RÉSUMÉ

Disposant, au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba-Bamako, d'un important cheptel bovin de races N'Dama et Zébu, les auteurs ont entrepris l'étude systématique du lait de ces animaux et en particulier des variations de sa composition en fonction de l'espèce, de la saison et de la date du vêlage. Cette étude comprendra deux parties :

- 1) Composition et variations des laits moyens ;
- 2) Variations de la Composition des laits individuels.

Le milieu et les conditions d'entretien des animaux sont décrits. Les méthodes d'analyse employées sont précisées.

Les principaux constituants du lait sont considérés ainsi que les différents rapports ou constantes classiques calculés à partir de ces éléments. Une analyse statistique est faite des résultats qui sont comparés aux données fournies par d'autres auteurs en pays tropicaux.

#### INTRODUCTION

Le lait possède une valeur nutritive qui lui donne une place de choix dans l'alimentation tant humaine qu'animale. L'équilibre harmonieux qui existe entre ses multiples constituants en fait un véritable aliment complet.

Etant donné l'importance du cheptel bovin africain, et malgré la faiblesse quasi générale

des productions individuelles, une quantité de lait considérable est produite chaque année et cela représente une ressource alimentaire très appréciable, en particulier en ce qui concerne les protéines.

La question du lait revêt une importance primordiale en zone sahélienne où l'élevage représente, pratiquement, la seule spéculation valable et en zone soudanienne où, malgré la concur-

rence des cultures, il constitue néanmoins une des principales richesses.

Cette production fut, jusqu'à présent, malheureusement peu ou mal exploitée, mais l'amélioration du bétail — qui favorise l'accroissement de la production — l'évolution des pays africains, et les projets de planification qui y ont vu le jour vont permettre une utilisation plus rationnelle du lait, en même temps que la création de laiteries et d'installations de traitement des produits laitiers.

Il est donc d'une importance certaine de connaître la composition de ce produit et les variations de cette composition pour chaque pays, pour chaque race, pour chaque espèce, en fonction de différents facteurs tels que conditions climatiques, saison et alimentation afin que ces établissements sachent sur quel matériau travailler ; cette connaissance servira les études nutritionnelles, concernant la sous-alimentation protéique.

Cette étude se justifie en outre par 2 autres visées :

— recherches et répression des fraudes possibles ;

— essais d'amélioration de la production et essais de stabilisation de la composition.

De nombreuses recherches, de par le monde, notamment aux Indes, au Tonkin, en Afrique Orientale et en Afrique du Sud, ont été réalisées sur la composition des laits en zone tropicale. Mais en Afrique Occidentale, nous disposons seulement de quelques études fragmentaires et de renseignements disparates. Les chiffres fournis sont très variables et correspondent, la plupart du temps, à des moyennes avec les limites de variation, mais aucune précision n'est donnée sur ces variations.

Les premières recherches sont déjà relativement anciennes. PLUCHON et GINET, en 1932, analysèrent les laits (de taurins) consommés à Lamé (Togo), mais trouvèrent une dispersion telle des résultats, en particulier pour le beurre et la caséine, qu'ils renoncèrent à établir les moyennes.

DUFOUR, de 1933 à 1936, a analysé des laits de saison sèche et de saison humide provenant de troupeaux des environs de Dakar. La race

n'est pas précisée, mais il s'agit vraisemblablement de métis zébus-aurins. Les résultats de l'analyse de 71 laits de mélange provenant de la traite générale des différents troupeaux, 44 laits en saison sèche, 27 en hivernage, sont donnés. DUFour en a tiré les moyennes et les limites de variations pour la plupart des éléments et montré que les taux de beurre et de potassium étaient nettement plus élevés qu'en Europe, mais que ces laits étaient déficitaires en phosphore, chlore, sodium et magnésium ; pour les autres éléments, la composition se rapproche sensiblement de celle qui a été donnée par FLEISCHMANN. Les laits de la saison des pluies sont plus riches en lactose, beurre, caséine et calcium que les laits de saison sèche. DUFour conclut :

1° que le lait ne pouvait être utilisé dans l'alimentation des enfants ;

2° que seuls, l'extrait dégraissé, le lactose anhydre, la CMS et le phosphore pouvaient servir pour la recherche des fraudes et en particulier, du mouillage.

Au Soudan français, CURASSON fit également analyser quelques échantillons de lait de saison sèche et signala des variations considérables de composition en fonction du stade de lactation. Il donna, sans précision supplémentaire, des moyennes et des limites de variations pour les principaux éléments. Et, comparant la composition de ces laits à celle des laits européens, il en déconseilla fortement la consommation.

En 1940, DOUTRESSOULLE, observa à Sotuba (Soudan français) des taux de matières grasses variant de 42,5 à 92,8 g, un déficit en phosphore, chlore, sodium et magnésium, un taux de potassium élevé et une teneur en calcium augmentant en saison des pluies.

Plus récemment, en 1957, LABOUCHE et PEYTAVIN, publièrent les résultats de leur étude sur les variations des teneurs en graisse, lactose, calcium et phosphore du lait en fonction du stade de lactation chez des vaches métis zébus x taurins.

Aucune étude systématique intéressant tous les principaux constituants du lait n'a donc été réalisée.

C'est pourquoi, CURASSON nous ayant tracé la voie dans son étude succincte faite dans le but

de « provoquer d'autres recherches, notamment sur la composition du lait des vaches des diverses régions ainsi que sur les variations saisonnières de la composition », nous avons entrepris ce travail.

Disposant, au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba, à Bamako, d'un laboratoire de chimie et d'un important troupeau bovin, nous sommes attachés à déterminer la composition des laits de ces 2 races et à en suivre les variations en fonction de la saison.

## I. — ÉTUDE DU MILIEU

Le Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba dont les coordonnées sont les suivantes : L = 07° 57' W, l = 12° 40' N. Altitude 325 m, se trouve à environ 8 km à l'est de Bamako, sur la rive gauche du Niger. Il comporte un domaine d'un millier d'hectares situé en bordure du fleuve. La principale tâche du Centre est la recherche zootechnique, et en particulier l'étude des différentes espèces et races domestiques de l'Afrique Occidentale, de leurs caractéristiques, de leur production, des techniques d'amélioration de ces animaux et de leur alimentation. C'est pourquoi la plus grande partie des terrains est consacrée aux pâturages qui sont l'objet de divers traitements destinés à étudier les méthodes pratiques et économiques d'amélioration. Quelques 300 hectares ont été complètement débroussés et sont utilisés pour les cultures et les plantes fourragères destinées à fournir des appoints alimentaires au bétail.

### Climat

Le climat est de type tropical sahélo-soudanien, avec succession régulière d'une saison sèche et d'une saison des pluies très marquées. Le tableau I résume les caractéristiques climatiques observées de 1952 à 1960.

La saison sèche va d'octobre à avril et la saison des pluies de mai à septembre. Au cours de cette dernière, les précipitations totales atteignent 800 à 1.500 mm avec une moyenne de 1.105 mm répartis sur environ 85 jours. Les mois les plus pluvieux sont juillet, août et septembre avec respectivement des moyennes de 261 mm en 17 jours, 341 mm en 19 jours et 228 mm en 17 jours. Quelques précipitations de faible importance sont observées en mai et octobre.

Le degré hygrométrique est très élevé en hivernage où il atteint souvent 100 p. 100 le matin, et très faible en saison sèche, où il descend parfois à 5 p. 100 vers midi en mars-avril. La moyenne journalière mensuelle varie de 27 à 96 à 8 h, de 12 à 76 à midi et de 14 à 81 à 18 h.

L'évaporation est très forte de janvier à avril, le déficit de saturation atteignant des valeurs extrêmes (Maximum enregistré : 341 mm en mars ; Minimum : 37 mm en août).

La température moyenne annuelle se situe vers 27° 5. La température moyenne maxima pour l'année est de 34° 5 avec un maximum absolu de 43° (moyenne : 37° 3) et la température moyenne minima annuelle est de 20° 2 avec un minimum absolu de 7° 2 (moyenne : 16° 3).

Les températures minima sont enregistrées en janvier (moyenne mensuelle : 14° 4) et les maxima en avril et mai (moyennes mensuelles respectives : 41° 6 et 41° 3).

Les températures minima sont enregistrées en janvier (moyenne mensuelle : 14° 4) et les maxima en avril et mai (moyennes mensuelles respectives : 41° 6 et 41° 3).

### Sol et végétation

Les terrains du C. R. Z. de Sotuba offrent un véritable échantillonnage des différents sols de la zone soudanienne.

La majeure partie en est constituée par une plaine alluviale toujours exondée. Elle est formée de sols soit :

- peu évolués sur colluvions grossières ou sur alluvions récentes, de nature sableuse, de faibles étendues ;

- évolués, appartenant au groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Parmi ceux-ci, on trouve 2 types différents. Celui qui occupe la plus grande superficie est à caractère d'hydromorphie en profondeur (environ les 3/4 du domaine). 1/6 de cette zone présente une légère déficience de drainage. On trouve le 2<sup>e</sup> type sur le parcours d'un marigot temporaire jouant le rôle d'un axe de drainage. Cette zone présente les mêmes caractères pédologiques mais la surface est de nature plus argileuse.

Ces terrains sont caractérisés par un lessivage marqué de l'argile et des colloïdes, une faible teneur en cations échangeables et une réaction légèrement acide. Ils sont pauvres en matières organiques (moins de 1 p. 100) où la fraction humifère ne représente que 3 p. 100. La capacité

Tableau I

Caractéristiques climatiques (1952 à 1960).

MOIS	TEMPERATURE EN DEGRES CENTIGRADES				PLUVIOMETRIE		HYGROMETRIE (1956 à 1960)			EVAPORATION
	Moy. des Min. abs.	Min. moyen mensuel	Moy. des Max. abs.	Max. moyen mensuel	Nombre de jours	m/m	Min. abs 12 ou 18h	Max. abs 8 h	Moy. jour- nal.	Total mensuel moyen
JANVIER	10,0	14,4	36,8	33,9	0,25	0,10	15	69	34	226,0 mm
FEBVRIER	12,3	17,1	39,4	36,2	0,55	traces	14	68	31	237,5
MARS	16,1	20,5	40,8	38,4	1,55	4,70	8	72	26	295,2
AVRIL	18,6	23,7	41,6	39,5	2,75	18,05	10	82	34	265,5
MAI	19,9	24,6	41,3	38,3	6,45	44,35	15	88	48	217,3
JUIN	20,0	22,9	38,8	34,3	12,55	143,30	38	95	65	113,6
JUILLET	19,0	22,3	34,3	30,9	16,80	261,70	50	98	76	67,1
AOUT	19,6	21,6	32,6	30,0	19,20	340,80	60	99	81	51,7
SEPTEMBRE	19,5	21,2	33,9	31,1	17,50	227,75	55	97	79	52,7
OCTOBRE	17,5	20,9	36,1	33,7	6,00	58,05	30	96	68	87,4
NOVEMBRE	13,4	17,5	36,7	34,6	1,00	6,60	18	91	51	145,2
DECEMBRE	10,1	15,2	35,7	32,6	0,20	traces	16	77	37	185,7
Moyennes ou totaux	16,3	20,2	37,3	34,5	84,80	1105,40	27	86	52	

Pluviométrie : 1956 - 1046,8 mm en 111 jours  
 1957 - 1196,4 " " 90 "  
 1958 - 1297,8 " " 71 "  
 1959 - 907,4 " " 81 "

Min. absolu 5 % 12 h Mars-Avril  
 Max. absolu 100 % 8 h Juillet-Août-Septembre

Note : Les jours de pluies correspondent à une pluviosité supérieure à 0,1 mm en 24 heures.  
 On ne tient pas compte des jours où il n'y a eu que des traces.

de rétention est très faible en surface mais dépasse 20 p. 100 en profondeur.

Ces caractères sont légèrement supérieurs pour le 2<sup>e</sup> type.

Ces sols sont proches du point de flétrissement.

La végétation y est du type savane arborée assez dense avec grande variété d'essences ligneuses résistantes.

Les graminées dominent (Andropogonées surtout) mais de nombreuses autres espèces les accompagnent (Légumineuses en particulier), formant un fourrage de composition variée.

Au N. E. de la Station, on trouve une zone assez importante constituée par un glacis de piedmont formé d'éboulis gréseux et de concrétions ferrugineuses sur cuirasse ferrugineuse. Sol peu évolué, durci en surface, de texture grossière et caillouteuse, de composition chimique très pauvre. L'économie en eau y est déficiente et la végétation y est très maigre : strate arbustive peu dense composée surtout de Combretum et couverture de Graminées peu fournie où les espèces dominantes sont des Sporobolus, Loudetia, Eragrostis et Hyparrhenia.

Une zone inondée pendant la période de crue succède à la plaine alluviale ; c'est une zone d'épandage pour les produits de colluvions. Ce sont des sols hydromorphes. La teneur en matières organiques est relativement élevée mais le taux d'humification est faible. Grâce à la persistance de l'humidité, on y trouve un couvert herbeux quasi permanent composé surtout de Graminées (Sorghum, Hyparrhenia et Eragrostis) et de Cypéracées. La végétation arborée et arbustive n'existe pratiquement pas.

On trouve également des sols hydromorphes à engorgement total et permanent dans de petites dépressions fermées du lit majeur. Les produits du colluvionnement et du lessivage oblique s'y sont accumulés. La teneur en argile y atteint 57 p. 100 et la matière organique bien décomposée dépasse 8 p. 100. La réaction est franchement acide. La végétation est composée principalement d'Oryza, de Sétaria et de Cypéracées.

Enfin, en bordure du fleuve, on rencontre des îlots de formations sableuses soit à caractère anthropique marqué soit dunaires récentes d'origine éolienne.

En résumé, une grande variété de végétation

concomitante d'un grand échantillonnage de sols.

## II. — PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

### I. — Matériel animal

#### a) Caractéristiques.

Nous disposons au C. R. Z. d'un troupeau bovin dont l'effectif était d'environ 240 taurins (dont 75 à 100 vaches) de race N'Dama et de 60 à 80 zébus (dont une trentaine de vaches) peulhs pie-noir du Macina.

Les N'Damas se rencontrent principalement en zone guinéenne et dans le sud de la zone soudanienne. C'est une petite race de robe le plus souvent fauve ou pie-fauve, parfois noire. Les femelles ont une taille moyenne de 106 cm et pèsent aux environs de 230 kg. La taille au garrot des taureaux atteint 115 cm et le poids 275 kg. La production laitière est généralement faible.

Le troupeau du C. R. Z. de robe uniformément fauve, provient d'un lot existant en 1950 augmenté d'animaux importés de Côte-d'Ivoire, l'année suivante. En 1953, quelques taureaux issus de vaches bonnes laitières contrôlées des stations de Khorogho et Minankro, en Côte-d'Ivoire, sont venus grossir l'effectif. Une sélection sérieuse et suivie a été pratiquée sur ce troupeau afin d'essayer d'en améliorer le format et la production laitière. Les animaux étaient réformés à l'âge de 10 ans.

Aucune sélection n'a été réalisée sur le troupeau zébu, la présence de ce dernier ayant pour but l'étude des caractéristiques de cette race, de ses rendements, de ses réactions aux facteurs climatiques, l'étude des qualités des produits de métissage avec les taurins, et l'étude de la trypano-protection et des produits trypanocides.

Les zébus peulhs du Macina sont des animaux rectilignes, médiolignes, eumétriques. La bosse est prononcée chez les mâles, réduite chez la vache. Le format est moyen ; la hauteur au garrot varie de 115 à 125 cm ; le poids oscille autour de 350 kg pour les taureaux et de 300 kg pour les femelles. Les robes dominantes sont le gris clair plus ou moins tacheté ou moucheté de noir. Les muqueuses sont le plus souvent noires.

Ce sont de bons animaux de boucherie avec un rendement en viande voisin de 46 p. 100. La production laitière est faible.

#### b) Mode d'entretien.

Le mode d'entretien a varié au cours des années. De 1951 à 1953, afin d'avoir des termes de comparaison pour apprécier les améliorations obtenues par l'application de la sélection et par les modifications des conditions d'entretien et des méthodes d'alimentation, le troupeau vécut autant que possible dans les mêmes conditions que les animaux élevés en brousse en élevage extensif, selon le mode traditionnel. Les vaches étaient menées au pâturage le matin, vers 8 h, aussitôt après la tétée des veaux, et y restaient jusqu'à 17 h. Elles étaient alors ramenées à l'étable où elles restaient attachées jusqu'au lendemain. Les veaux leur étaient amenés pour la tétée du soir. L'abreuvement avait lieu, au fleuve, vers midi. Aucun supplément alimentaire n'a été distribué.

En 1954, les animaux reçurent, dès le mois de janvier, et pendant toute la saison sèche, une ration complémentaire composée de produits locaux : jusqu'au 15 mars, 0,750 kg de farine basse de riz le matin et 3 kg d'ensilage le soir ; ensuite, jusqu'au 15 juillet, 0,750 kg d'un mélange de 77 p. 100 de farine basse de riz, 20 p. 100 de tourteaux d'arachide et 3 p. 100 d'un mélange minéral constitué par des coquilles d'huîtres pulvérisées, du sel et du phosphate tricalcique. Le même mélange a été distribué à nouveau, en novembre et décembre.

En 1955 et 1956, la qualité de la ration complémentaire a été améliorée en augmentant le taux de matières protéiques. Le mélange était composé de 48 p. 100 de tourteaux d'arachide, 50 p. 100 de farine basse de riz et 2 p. 100 de minéraux. Les animaux ont reçu 3 kg d'ensilage pendant les 3 premiers mois de l'année, une quantité de concentré variant de 0,500 kg (octobre à décembre) à 0,750 kg (janvier à mars) et 1 kg (avril à septembre).

En 1957 et 1958 la supplémentation fut supprimée en hivernage puis reprise en 1959 et 1960.

## 2. — Animaux en expérience.

### Traite, préparation des échantillons

a) L'analyse des laits moyens est effectuée 3 fois par mois. Toutes les vaches, taurins d'une

part, zébus de l'autre, entrées en lactation depuis plus de 10 jours, sont, tous les 10 jours environ, traitées deux fois en 24 h, le soir et le matin suivant. Le nombre de vaches ainsi traitées a varié de 22 à 55 pour les N'Damas (moyenne 35) et de 8 à 25 pour les zébus (moyenne 13).

Chaque traite individuelle est pesée séparément en vue du contrôle laitier, un échantillon de 10 ml est prélevé pour le dosage de la matière grasse, par la méthode de Gerber ; le reste est versé dans de grands récipients. Une partie aliquote de ces mélanges du soir et du matin est prise pour reconstituer un échantillon moyen de la traite totale, destiné à l'analyse.

b) Pour l'analyse des laits individuels, les vaches venant de mettre bas sont fichées. La première analyse est effectuée une dizaine de jours après le part afin de ne pas avoir de lait colostrale. Le lait est ensuite prélevé, pesé et analysé une fois par mois jusqu'à la fin de la lactation. L'analyse est réalisée sur le mélange des traites du soir et du matin suivant (traite totale).

Les laits provenant de la traite du soir sont conservés jusqu'au matin suivant en chambre climatisée à 19°-20° C sans agent conservateur ; ils sont mélangés au lait de la traite du matin et agités jusqu'à homogénéisation complète.

### Particularités de la traite.

La traite est effectuée à la pincée, en présence du veau, car la vache africaine retient son lait en l'absence de son jeune. Le massage du pis n'est généralement pas pratiqué mais le veau donne des coups de tête dans la mamelle. Plusieurs traites successives sont nécessaires pour vider la mamelle, mais les dernières portions sont néanmoins pratiquement impossibles à obtenir à la main et sont laissées au veau. Les résultats sont donc faussés des quantités ainsi perdues mais ces erreurs sont impossibles à éviter. Cela explique les irrégularités trouvées dans les productions individuelles et dans le taux de matières grasses ; les dernières portions de la traite sont en effet, les plus riches en beurre.

Ces faits expliquent également la durée parfois anormalement courte de certaines lactations, consécutive à la mort du veau.

## 3. — Méthodes d'analyses

Nous avons employé, autant que possible, les méthodes officielles annexées à l'arrêté du

31 mars 1954, excepté pour la matière grasse et pour les éléments non prévus dans ces méthodes officielles (caséine, calcium, phosphore).

L'outillage dont nous disposons, les conditions de travail, ainsi que diverses autres considérations, nous ont parfois amenés à modifier légèrement ces méthodes.

Les méthodes employées seront brièvement décrites à l'occasion de l'étude des différents éléments.

Il ne sera question, en particulier, dans ce premier article, que du dosage des protéines totales et de la caséine.

#### a) Prélèvements.

Les prélèvements, en vue des différents dosages, sont tous volumétriques et effectués à l'aide de pipettes de précision sur un échantillon de la traite totale gardé dans la chambre climatisée à 19-20°.

#### b) Protéines totales.

Les protéines sont déterminées par la méthode de Kjeldahl sur une prise d'essai de 5 ml. La minéralisation est réalisée dans un matras de 300 ml au moyen de 20 ml d'acide sulfurique concentré pur pour analyse et de 3 g. du mélange catalyseur suivant :

— sulfate de Na anhydre .....	100	g
— sulfate de Cu cristallisé .....	4	g
— sélénium .....	1,20	g

Le chauffage est poursuivi pendant 20 minutes après décoloration complète du minéralisat.

Le résidu de la minéralisation est, après refroidissement, complété à 100 ml.

La distillation de l'ammoniac est faite à partir de 20 ml de cette dilution dans un appareil de Parnas et Wagner. L'ammoniac, déplacé par 15 ml de solution de soude à 50 p. 100, est entraîné par de la vapeur d'eau et recueilli dans un excès d'acide sulfurique N/50 (25 ml) additionné de 2 gouttes de rouge de méthyle ; le volume total du distillat est de 150 à 200 ml. L'excès d'acide est ensuite dosé par une solution de soude N/50.

Le facteur de transformation du taux d'azote obtenu en protéines totales du lait est de 6,39.

Afin d'éliminer toute erreur de manipulation, la minéralisation est faite sur 2 prises d'essai de chaque échantillon et la distillation sur 2 prises de chaque dilution.

#### c) Caséine.

Le taux de caséine est obtenu par différence entre les teneurs en azote total du lait entier et du lait décaséiné. Le résultat en azote est également multiplié par le facteur conventionnel 6,39.

##### Azote total du lait décaséiné.

Il est déterminé également, par la méthode de Kjeldahl, sur le lait débarrassé de sa caséine, suivant l'une des méthodes de l'A. O. A. C. dont le principe est le suivant :

- précipitation de la caséine à son point iso-électrique (pH ; 4,55) par un réactif tampon acéto-acétique agissant à chaud (50 à 60° C) ;
- élimination du précipité par filtration.

##### Technique.

Dans une fiole jaugée de 100 ml, on verse 20 ml de lait, 50 ml du réactif suivant et on complète avec de l'eau distillée.

##### Réactif.

Acide acétique N .....	250	ml
Soude N exempte de carbonate .....	125	ml
Eau distillée .....	q. s. p.	1.000 ml

Bien agiter et laisser reposer pendant 15 minutes dans un bain-marie réglé entre 50 et 60° C. Laisser ensuite refroidir à la température ambiante ; ajouter 0,5 g de célite ou de Kieselghur et agiter. Filtrer sur papier plissé. On obtient un filtrat clair.

L'azote est dosé sur 25 ml de filtrat correspondant à 5 ml de lait.

#### d) Expression des résultats.

Les résultats obtenus sont collationnés et les valeurs moyennes calculées pour chaque mois. Une étude statistique a été réalisée pour vérifier :

- l'action éventuelle de la saison sur la composition du lait par comparaison de la variance liée au mois à la variance résiduelle ;
- l'action éventuelle de l'année, par comparaison de la variance liée à l'année de la variance résiduelle.

Les moyennes générales sont données pour chaque année ; elles sont comparées entre elles ainsi qu'à la moyenne calculée pour l'ensemble des trois années. Nous avons également calculé

les écarts-types, les erreurs standard des moyennes, et les limites de fluctuation des distributions et des moyennes. Le calcul des écarts-réduits a permis de déterminer les degrés de signification et, dans les cas de différence non significative (N. S.), de rechercher la probabilité dans la table de P ( $\chi$ ), le nombre de degrés de liberté étant supérieur à 30.

#### 4. — Nombre d'analyses et plan de l'étude

Quatre séries parallèles d'analyses ont été effectuées systématiquement :

- a) Analyses de laits moyens de taurins.
- b) Analyses de laits moyens de zébus.
- c) Analyses de laits individuels de N'Damas.
- d) Analyses de laits individuels de Zébus.

L'étude a été poursuivie de 1956 à 1960, mais nous ne tiendrons compte que des résultats obtenus de 1957 à 1959, les analyses de 1956 et 1960 n'ayant pas été faites selon un rythme régulier. C'est ainsi que sur 112 analyses de laits moyens de N'Damas et 105 de laits moyens de zébus réalisées, nous n'avons pu en utiliser respectivement que 95 et 92.

Pour l'étude des laits individuels, 119 lactations de N'Damas et 37 lactations de zébus, ont été suivies du début jusqu'au tarissement des vaches, mais nous avons dû éliminer respectivement 18 et 3 fiches de lactation par suite de l'arrêt brutal et précoce de la production (durée inférieure à 4 mois) provoqué par la mort de la mère ou du veau.

Les lactations utilisées (101 et 34), représentent 972 et 375 analyses complètes de lait,

Sur chaque lait, tant individuel que moyen, les déterminations suivantes ont été effectuées :

- Poids total (poids du soir + poids du matin).
- Densité.
- Extrait sec à 100°.
- Matière grasse.
- Acidité de titration.
- Lactose.
- Protéines totales.
  - Caséine.
  - Matières minérales totales.
  - Chlorures.
  - Calcium
  - Phosphore.

A l'aide de ces éléments, nous avons également calculé :

Volume.

Extrait sec dégraissé.

Extrait sec calculé (selon la formule de Fleischmann).

Rapport  $\frac{\text{Caséine} \times 100}{\text{Protéines totales}}$

Rapport  $\frac{\text{Calcium}}{\text{Phosphore}}$

Constante moléculaire simplifiée réelle.

#### 5. — Plan

Nous étudierons successivement :

I. a) Les moyennes des valeurs calculées et des différents composants des laits de N'Damas et de Zébus ;

b) Les variations de ces données en fonction de l'année, de la saison, et des conditions d'entretien ;

c) Nous donnerons à la fin de cette première partie, quelques indications sur la composition moyenne des laits de chèvres et de brebis.

II. Les variations de la composition des laits individuels de N'Damas et de Zébus en fonction de la saison et de l'époque du vêlage.

### III. — RÉSULTATS

L'étude commencera par l'analyse des composants azotés des laits moyens.

#### A. — Matières protéiques totales

##### a) N'Damas

Les taux de matières protéiques totales subissent, au cours de l'année, d'importantes variations. Les extrêmes enregistrés ont été de 32,20 g/litre et 41,60 g/litre. La moyenne générale, pour les trois années 1957-1958 et 1959, a été de 35,84 g/litre  $\pm$  0,67.

Les caractéristiques de la distribution des résultats et les moyennes annuelles sont consignées dans le tableau II. Toutes les valeurs observées sont comprises dans les intervalles  $m \pm 1,96 s$ .

Les courbes I montrent l'allure des variations



## I. - N'Damas -

Tableau II

An- nées	Moyen- nes	Ecart type	Limite inf <sup>re</sup> de la distr.	Limite sup <sup>re</sup> de la distr.	Erreur stan- dard de la moyenne	Limite inf <sup>re</sup> de la moyenne	Limite sup <sup>re</sup> de la moyenne	Ecart réduit		P (x)
<u>Protéines totales</u>										
1957	35,20	1.92	31,44	38,96	0,34	34,54	35,86	1,90	N.S.	0,06
1958	35,10	1.09	32,96	37,24	0,20	34,71	35,49	3,72	S.	-
1959	36,15	2.85	30,57	41,73	0,50	35,17	37,13	0,61	N.S.	0,54
<u>Caséine</u>										
1957	27,86	1.72	24,49	31,23	0,30	27,26	28,46	0,54	N.S.	0,59
1958	27,60	0.97	25,70	29,50	0,175	27,26	27,94	2,42	S.	-
1959	28,60	2.57	23,57	33,63	0,45	27,71	29,49	1,26	N.S.	0,21
Rapport <u>Caséine x 100</u> <u>Protéines totales</u>										
1957	79,08	1.09	76,94	81,22	0,19	78,70	79,46	0,70	N.S.	0,48
1958	78,65	0.75	77,19	80,11	0,13	78,39	78,91	2,18	S.	-
1959	79,09	1.21	76,72	81,46	0,21	78,67	79,51	0,70	N.S.	0,48
<u>Protéines totales</u>										
1957	34,88	1.52	31,91	37,85	0,27	34,35	35,41	0,15	N.S.	0,68
1958	34,94	1.78	32,24	37,64	0,32	34,45	35,43	0,32	N.S.	0,75
1959	34,71	2.13	30,53	38,89	0,37	33,98	35,44	0,33	N.S.	0,74
<u>Caséine</u>										
1957	27,10	1.37	24,41	29,79	0,25	26,61	27,59	0,08	N.S.	0,94
1958	27,24	1.58	24,14	30,34	0,28	26,67	27,81	0,44	N.S.	0,66
1959	27,02	1.71	23,67	30,37	0,30	26,43	27,61	0,32	N.S.	0,75
Rapport <u>Caséine x 100</u> <u>Protéines totales</u>										
1957	77,94	0.87	76,23	79,65	0,16	77,63	78,25	0,29	N.S.	0,77
1958	77,94	0.90	76,18	79,70	0,16	77,62	78,26	0,25	N.S.	0,80
1959	77,82	0.89	76,07	79,57	0,16	77,51	78,13	0,51	N.S.	0,61

de la teneur des laits en protéines totales. Les taux croissent progressivement à partir de la fin de la saison sèche (mars ou avril selon l'année) pour atteindre un maximum en août et décroître ensuite régulièrement. Le tableau III donne toutes les moyennes mensuelles qui, rappelez-le, ont été calculées à partir des résultats de 2 ou, le plus souvent, 3 analyses.

L'analyse statistique de ces résultats a montré que les différences entre les moyennes mensuelles étaient nettement significatives (pour l'ensemble des trois années  $F=7,84$  la limite de signification étant de 2,26 avec une probabilité de 0,05 et de 3,20 avec  $P = 0,01$ ).

Les valeurs de F, pour chaque année, sont également consignées dans le tableau III.

Seule la moyenne de 1958 s'est révélée significativement différente.

## b) Zébus

La moyenne générale a été de  $34,84 \pm 0,54$  g/litre soit légèrement inférieure à celle des N'Damas. Les extrêmes enregistrés ont été de 31,13 g/litre et 39,09 g/litre.

L'ensemble des résultats est consigné dans les tableaux II et IV.

L'allure des courbes II est sensiblement la même que celle des N'Damas avec minimum en

mars ou avril mais le maximum est le plus souvent atteint en septembre. Toutes les observations sont comprises dans les intervalles  $m \pm 1,96 s$ .

Les différences entre les moyennes mensuelles sont très significatives aussi bien pour l'ensemble des trois années ( $F = 21,66$ ) que pour chaque année prise individuellement. Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes annuelles.

## B. — CASÉINE

### a) N'Damas.

Moyenne générale =  $28,02 \pm 0,57$  g/litre.

Extrêmes enregistrées = 25,04 et 33,32 g/litre.

Toutes les valeurs observées sont comprises dans les intervalles  $m \pm 1,96 s$ .

Les résultats sont consignés dans le tableau II.

Les courbes (III) de variations au cours des trois années ont la même allure que celles des protéines totales : minimum en mars-avril, augmentation progressive jusqu'à un maximum atteint en août ou septembre, suivi d'une décroissance régulière.

Les différences entre les moyennes mensuelles sont hautement significatives ( $F = 9,45$  pour les trois années réunies) (voir tableau III).

Pas de différence significative entre les moyennes annuelles de 1957 et 1959. Différence significative pour 1958.

### b) Zébus.

(tableaux II et IV).

Moyenne générale =  $27,12 \pm 0,47$  g/litre, légèrement inférieure à celle des N'Damas.

Extrêmes enregistrés = 23,98 et 30,81 g/litre.

Quatre observations (deux en 1957, une en 1958 et une en 1959) sont extérieures aux limites  $m \pm 1,96 s$  (pour une probabilité de 95 %).

L'allure générale des courbes (IV) de variations se rapproche de celle des N'Damas, avec un minimum en avril et un maximum en août-septembre, mais les variations absolues sont moins importantes. Les différences intramensuelles sont très significatives ( $F$  général = 29,50) et il n'y a pas de différence significative entre les moyennes annuelles.

$$C = \frac{\text{Caséine}}{\text{Protéines totales}} \times 100.$$

### a) N'Damas.

(tableaux II et III).

Moyenne générale =  $78,94 \pm 0,32$ .

Extrêmes observés = 76,88 et 81,30.

Deux valeurs, en 1958, sont légèrement supérieures à  $m + 1,96 s$ . Toutes les autres sont comprises dans les intervalles  $m \pm 1,96 s$ .

Les courbes V sont différentes des précédentes. Les minimums sont atteints plus tardivement (mai à juillet). Les rapports augmentent rapidement jusqu'à un maximum également plus tardif (septembre) ; et la décroissance, rapide de septembre à décembre, devient plus douce et plus régulière de janvier à mai.

Les différences entre les moyennes mensuelles sont très significatives ( $F$  général = 28,1) de même que les différences entre années.

### b) Zébus.

(tableaux II et IV).

Moyenne générale =  $77,90 \pm 0,16$ .

Extrêmes enregistrés = 76,02 et 80,52.

Quatre valeurs sur 32 s'écartent légèrement des limites  $m \pm 1,96 s$ .

Les courbes VI présentent un aspect différent des courbes précédentes. Nous observons deux minima, un premier dont l'époque varie de mars à mai et un second en octobre ou novembre. L'augmentation des rapports, très irrégulière pendant la saison des pluies, est suivie d'une chute brutale de septembre à octobre.

Les différences entre les moyennes mensuelles sont significatives si l'on étudie séparément les résultats de chaque année, mais elles ne le sont plus si l'on considère l'ensemble des résultats. Il n'y a pas, non plus, de différence intra-annuelle significative.

## IV. — DISCUSSION

Nous analyserons ces résultats et les comparerons à ceux qui ont été obtenus par les autres auteurs dans les différents pays tropicaux lorsque nous aurons étudié l'ensemble des constituants des laits moyens.

Années	e) Protéines totales												F		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novemb.	Décemb.	F	F=0,05	F=0,01
1957	33,90	33,63	33,16	32,81	33,90	36,35	37,58	37,98	37,30	36,04	34,38	34,11	20,52	2,31	3,31
1958	34,67	34,53	33,91	33,57	35,48	36,01	36,49	36,64	35,60	35,25	34,88	34,85	4,9	2,35	3,38
1959	36,05	33,07	32,49	33,43	36,30	37,97	39,00	39,72	40,62	37,12	34,46	33,29	35,60	2,31	3,31
b) Caséine															
1957	26,75	26,42	26,00	25,69	26,53	28,40	29,52	30,51	30,10	28,87	27,48	27,04	20,10	2,31	3,31
1958	27,23	27,09	26,53	26,27	27,70	28,08	28,89	29,26	28,58	27,85	27,51	27,35	6,20	2,35	3,38
1959	28,30	25,91	25,42	26,11	28,27	29,90	31,30	32,09	32,59	29,88	27,35	26,16	32,07	2,31	3,31
o) $\frac{\text{Caséine}}{\text{Protéines totales}} \times 100$															
1957	78,91	78,58	78,40	78,32	78,25	78,13	77,96	80,33	80,70	80,12	79,92	79,26	5,24	2,31	3,31
1958	76,54	78,44	78,27	78,19	78,07	78,15	79,17	79,85	80,28	79,00	78,86	78,48	2,40	2,35	3,38
1959	78,49	78,34	78,23	78,11	77,87	78,73	80,24	80,78	80,65	80,45	79,37	78,58	6,74	2,31	3,31

Tableau III

Années	Janvier		Fevrier	Mars	Avril	Mat	Jun	Juliet	Août	Septemb	Octobre	Novembre	Decemb.	F	F <sub>P</sub> =0,05	F <sub>P</sub> =0,01
	Proteines totales	Caseïne	Proteines totales	Caseïne	Proteines totales	Caseïne	Proteines totales	Caseïne	Proteines totales	Caseïne	Proteines totales	Caseïne	Proteines totales			
1957	34,05	33,20	32,95	33,28	33,85	35,07	35,76	36,77	36,80	36,95	36,14	34,98	34,49	7,52	2,35	3,38
1958	34,38	34,07	33,78	32,66	32,66	33,10	36,14	36,77	37,15	38,38	35,66	35,12	34,60	4,87	2,38	3,45
1959	34,55	33,23	32,66	32,13	32,22	35,16	37,39	38,02	38,21	36,21	35,87	34,24	34,13	6,25	2,29	3,25
1957	26,72	25,98	25,74	25,46	25,93	27,14	27,77	29,24	29,11	28,09	27,12	26,94	8,10	2,38	3,45	
1958	26,85	26,39	25,98	25,22	25,76	28,24	29,04	29,37	30,33	27,54	27,23	27,10	11,34	2,38	3,45	
1959	26,93	25,77	25,29	24,79	25,55	27,11	29,34	29,92	28,34	27,65	26,86	26,44	18,68	2,31	3,31	
1957	78,48	78,25	78,09	77,61	76,71	77,54	77,67	79,46	78,84	77,71	77,53	78,10	3,79	2,38	3,45	
1958	78,10	77,46	76,92	77,21	77,82	78,14	78,96	79,05	79,14	77,22	77,52	78,32	2,78	2,38	3,45	
1959	78,41	77,55	77,46	77,15	76,93	77,11	78,46	78,70	78,27	77,07	78,46	78,96	2,44	2,31	3,31	

Tableau IV

Fig. I

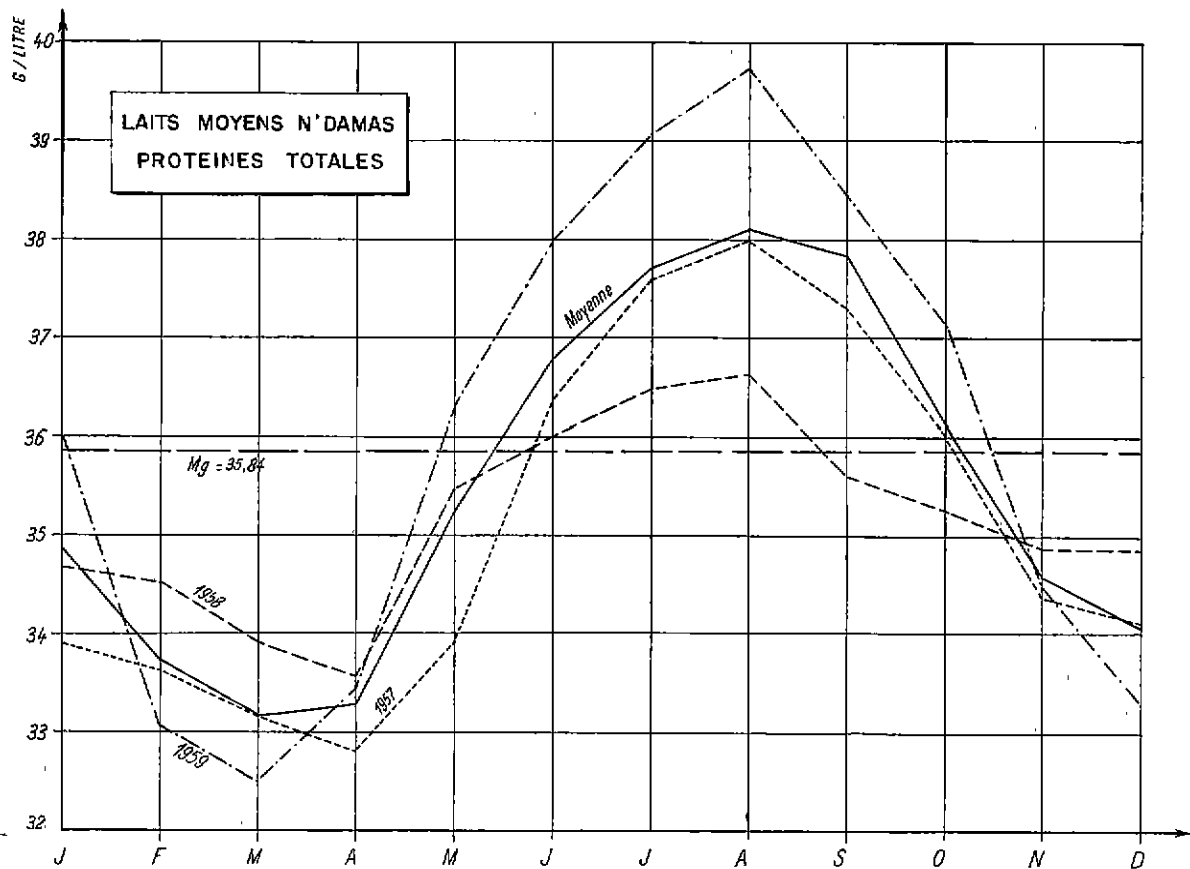


Fig. II

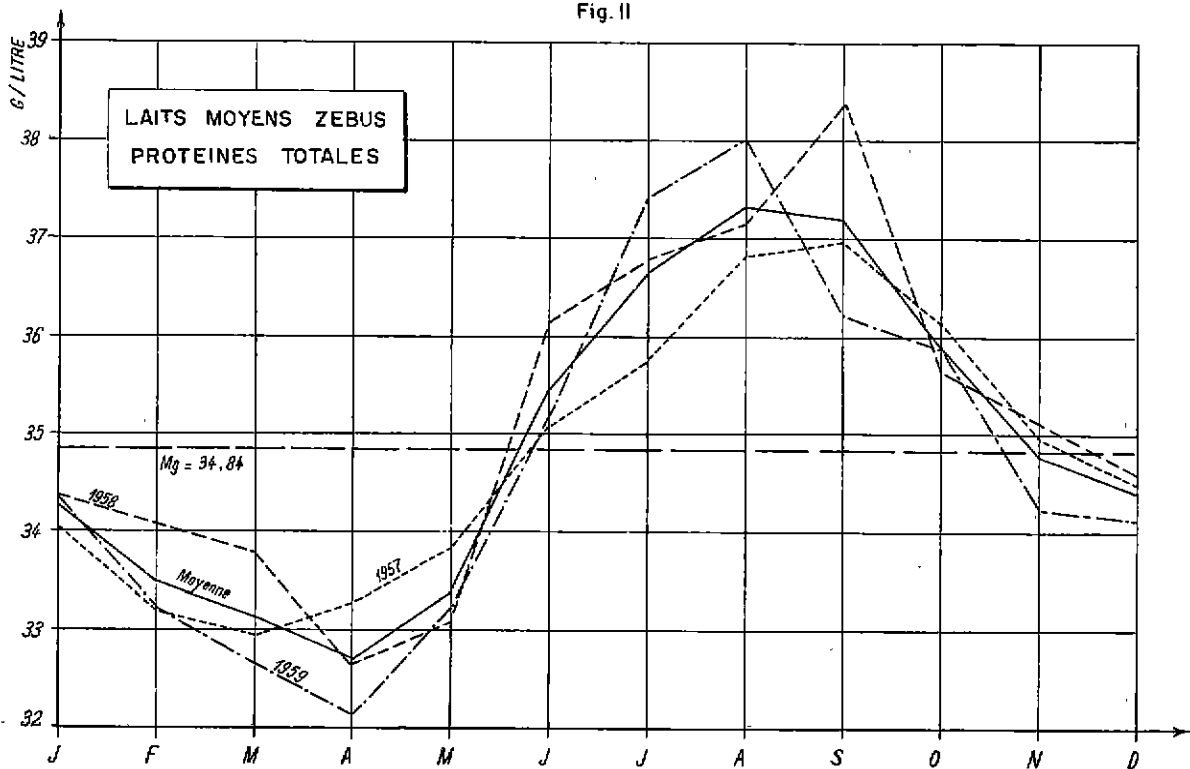


Fig.III

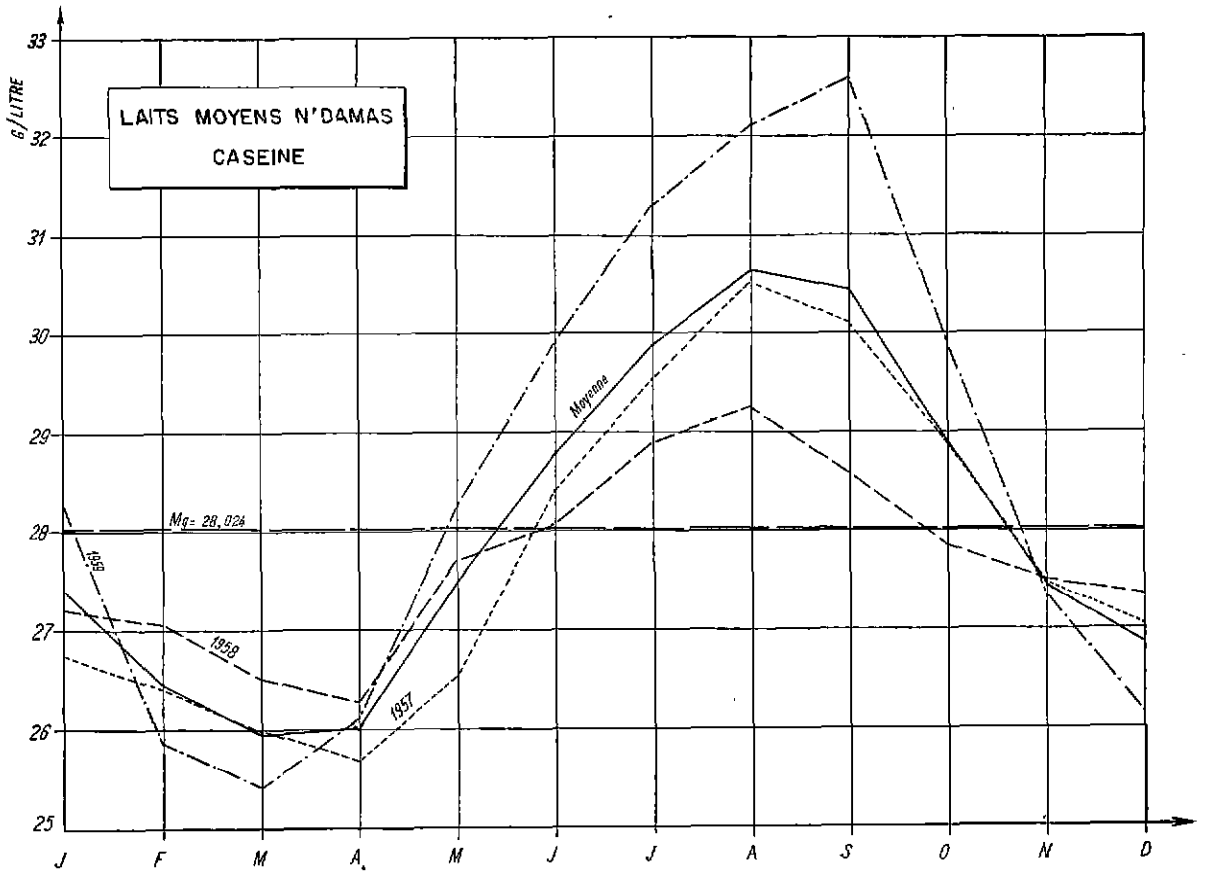


Fig.IV

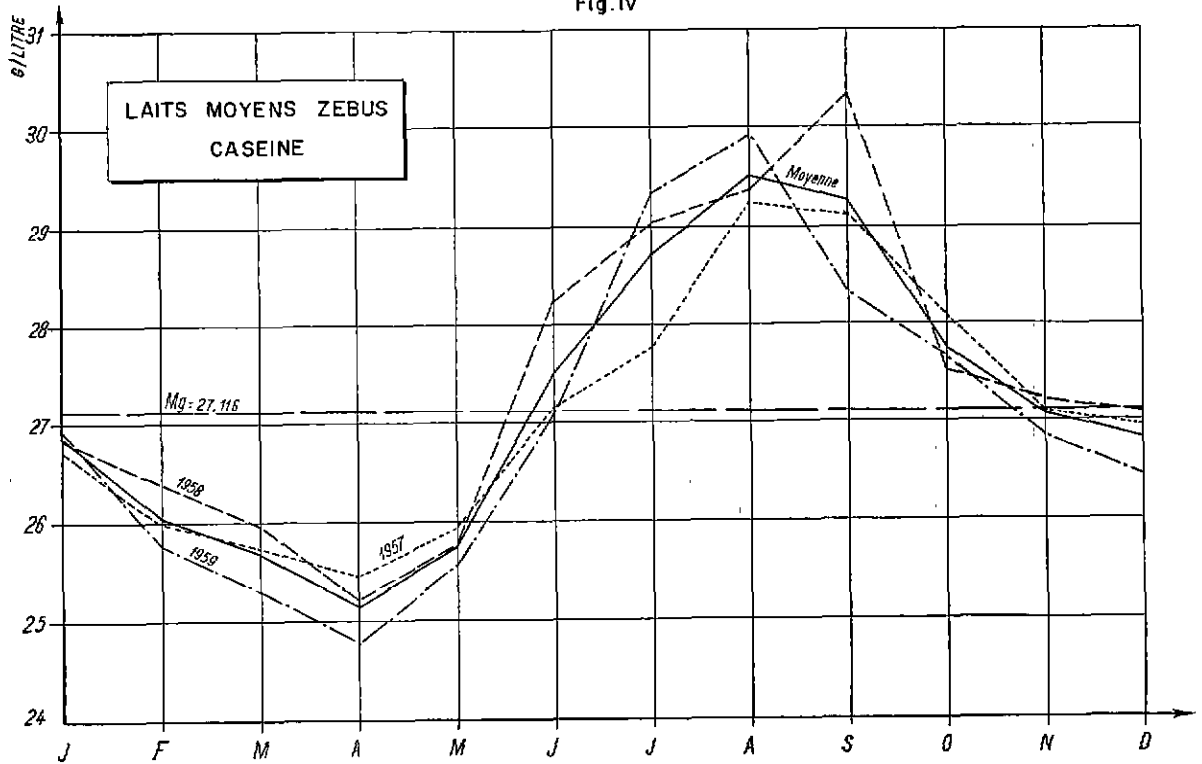


Fig. V

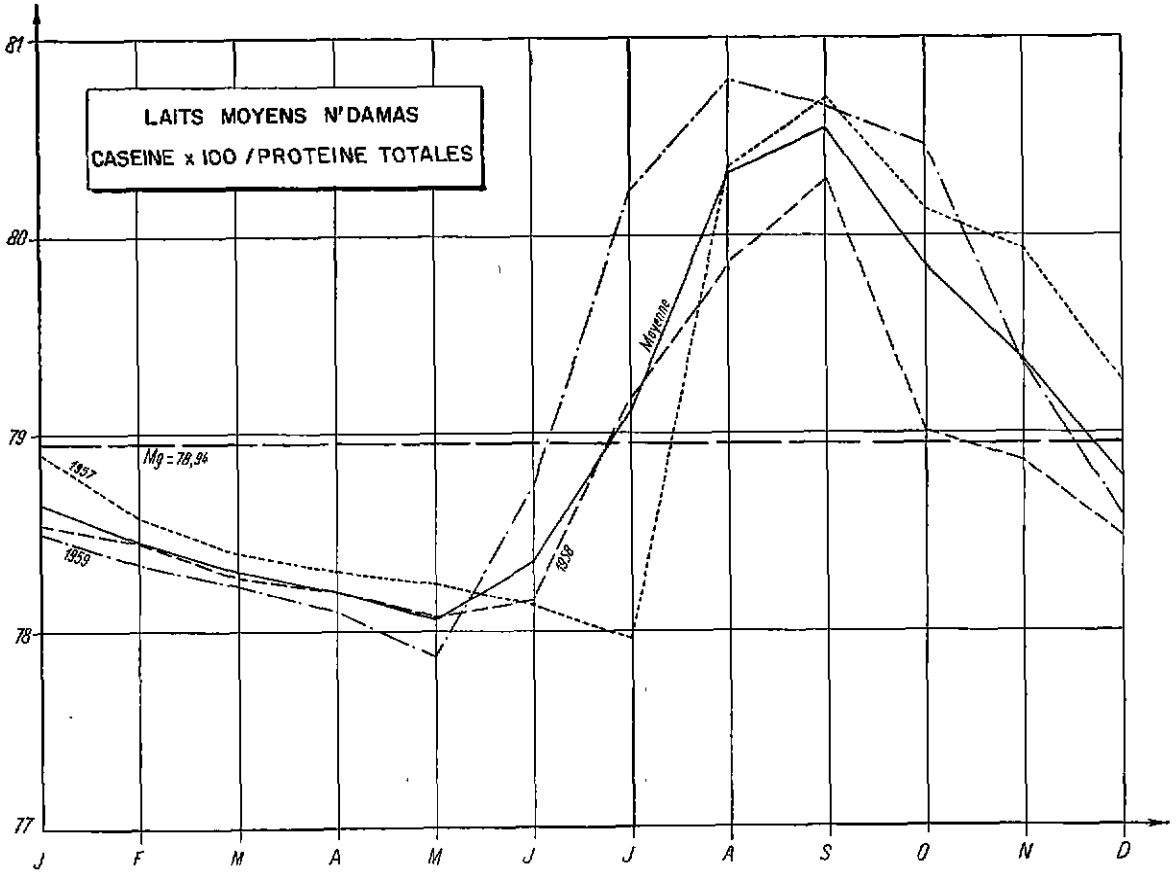
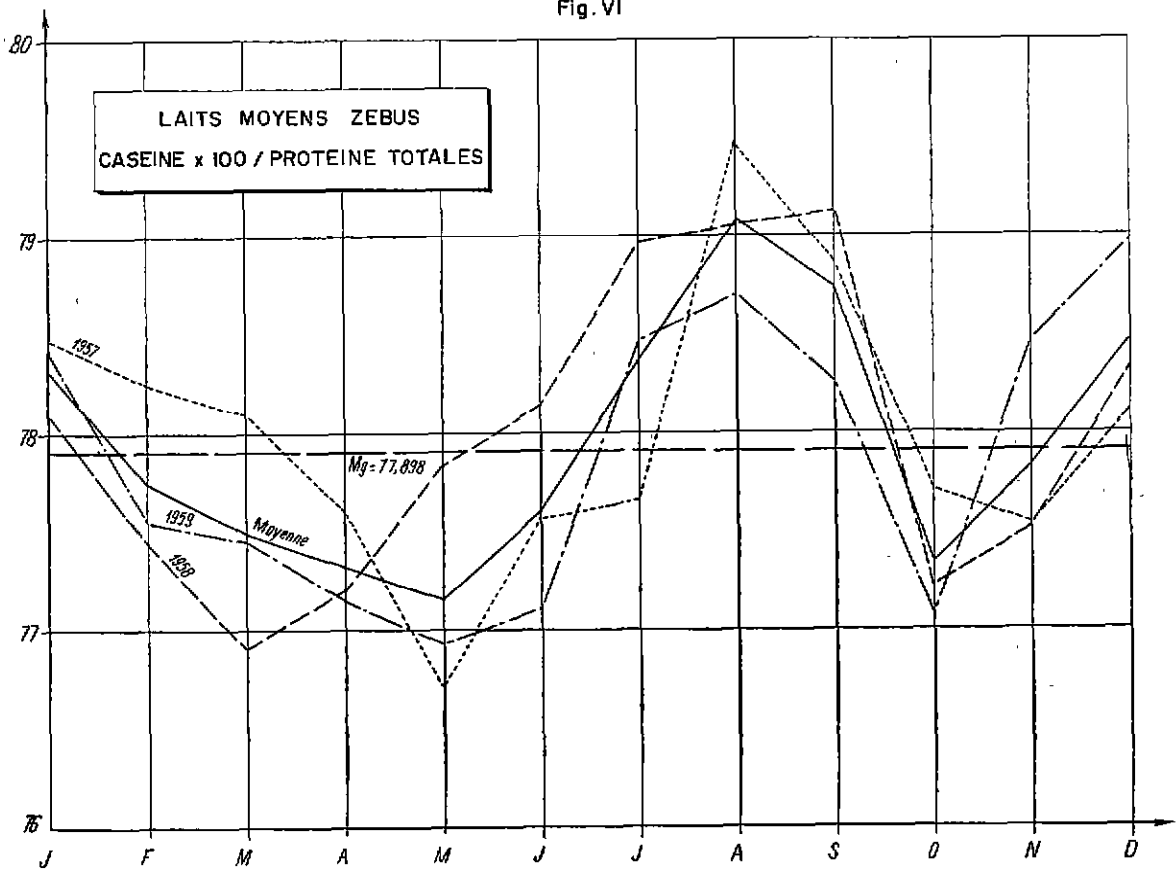


Fig. VI



## SUMMARY

### **Tropical milks Study of the chemical composition and the composition variations of cow milk in Mali**

The authors, having at their disposition in the Centre de Recherches Zootechniques of Sotuba-Bamako an important bovine stock of N'Damas and Zébus races, undertook the systematic study of the milk of these animals and in particular the variations of its composition in fonction of the species, of the season and the date of calving.

This study will include two parts :

- 1) Composition and variations of the average milks.
- 2) Variations of the composition of individual milks.

The environment and the conditions of upkeeping the animals are described. The methods of analysing employed are spezified.

The principal constituents of milk are considered as well as the different relations or the classical constants calculated from these elements. A statistical analysis is carried out from the results which are compared to the indications supplied by other authors in tropical countries

## RESUMEN

### **Las leches tropicales Estudio de la composición química y de las variaciones de la composición de la leche de vacas en Mali**

Teniendo a su disposición en el Centro de Investigaciones Zootécnicas de Sotuba-Bamako, un importante plantel de bovinos de raza N'Damas y Cebús, los autores han emprendido el estudio sistemático de la leche de estos animales y, en particular, el estudio de las variaciones de su composición en función de la especie, de la estación y de la fecha de parición.

Este estudio comprenderá dos partes :

- 1) Composición y variaciones de las leches medias.
- 2) Variaciones de la composición de las leches individuales.

Se describe el medio y las condiciones de mantenimiento de los animales. Se precisan los métodos de análisis empleados.

Se consideran los principales constituyentes de la leche, así como las distintas relaciones o constantes clásicas, calculadas a partir de estos elementos.

Se hace luego un análisis estadístico sobre la base de estos resultados, comparados con los datos proporcionados por otros autores de países tropicales.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Centre Recherches Zootechniques de Sotuba. — Rapports annuels 1951 à 1959.
2. BAKALOR (S.). — Investigations on the composition of South Africa milk. *Farming in S. Africa* (1948), 23, n° 265, 271-282.
3. CHARREAU (C.) et DOMMERGUES (Y.). — Etudes des pâturages tropicaux de la zone soudanienne. I. — Pédologie. Vigot, Paris 1959.
4. CURASSON. (G.). — Note sur la composition du lait des vaches africaines et son utilisation dans l'alimentation des enfants et des adultes. *Bull. Soc. Path. Exo.* (1933), 26, 536.
5. CURASSON (G.). — Les climats chauds et la production laitière. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* (1949), III, n° 2, 77-92.
6. DOUTRESSOULLE (G.). — L'Élevage en



- A. O. F. Paris 1947, Larose, 1 vol., 298 p.
7. DUFOUR (V.). — **Etude sur les laits consommés à Dakar.** *Ann. Méd. Pharm. Col.* (1937), **25**, n° 1, 87.
  8. GUICHARD (F.). — **Contribution à l'établissement des limites des composants des laits de vaches de la région de Hanoi.** *Ann. Méd. Pharm. Col.* (1937), **25**, p. 744.
  9. LABOUCHE (C.) et PEYTAVIN (A.). — **Sur la composition des laits tropicaux. Influence du stade de lactation sur les teneurs en graisse, lactose, calcium et phosphore.** *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* (1957), **10**, n° 4, 373-382.
  10. *Norme Française* — V 04-214 — Homologuée le 31 mars 1954. **Analyse physique et chimique du lait (méthodes officielles).** *J. O. R. F. du* 23-4-1954.
  11. **Official Methods of analysis of Association of official Agricultural chemists.** 8<sup>e</sup> édit., Washington 1955, p. 247.
  12. PAGOT (J.). — **Influence, en zone tropicale, de l'amélioration des conditions d'entretien sur le rendement d'un troupeau de taurins.** *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* (1958), **XI**, n° 2, 213-222.
  13. PLUCHON (J. P.) et GINET (H. M.). — **Etude sur le lait consommé à Lomé (Togo).** *Ann. Méd. Pharm. Col.* (1932), **30**, 493-508.
  14. **Service de Météorologie Nationale** — Statistiques 1952 à 1960.
  15. VESSEREAU (A.). — **Méthodes statistiques en biologie et en agronomie.** Paris 1948, Baillière, 1 vol., 381 p.