



**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES VALEURS
DE LA PROTEINEMIE TOTALE ET DE SES
DIFFERENTES FRACTIONS CHEZ LE ZEBU GOBRA
DU SENEGAL
(Influence de l'âge et du sexe)**

THESE

UNIVERSITE D'ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRE DE DAKAR
SERIE 1086-10

présentée et soutenue publiquement le 10 juillet 1986
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

Bernard FAYE
né en 1957 à NDIAGANIAO (Sénégal)

- Président du Jury : Monsieur Jean-Louis POUSSET,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur : Monsieur Ahmadou Lamine NDIAYE,
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres : Monsieur Ibrahima SECK,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
Monsieur Justin Ayayi AKAKPO,
Maître de Conférences à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Directeur de Thèse : Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO,
Maître-Assistant à l'E.I.S.M.V. de Dakar

MS/PA

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1. Anatomie-Histologie-Embryologie

Charles Kondi AGBA.....	Maître de Conférences
Mme Marie-Rose ROMAND.....	Assistante de Recherches
Jean-Marie Vianney AKAYEZU.....	Assistant
Mahamadou SALEY.....	Moniteur

2. Chirurgie - Reproduction

Papa El Hassan DIOP.....	Maître-Assistant
Franck ALLAIRE.....	Assistant
Mohamadou Kounde1 DIAW.....	Moniteur

3. Economie - Gestion

N.	Professeur
----	------------

4. Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale (HIDA0A)

Malang SEYDI.....	Maître-Assistant
Serge LAPLANCHE.....	Assistant
Blaise OUATTARA.....	Moniteur

5. Microbiologie - Immunologie - Pathologie Infectieuse

Justin Ayayi AKAKPO.....	Maître de Conférences
Pierre SARRADIN.....	Assistant
Emmanuel KOUASSI.....	Assistant
Pierre BORNAREL.....	Assistante de Recherches
Melle Rianatou BADA.....	Monitrice

6. Parasitologie - Maladies Parasitaires - Zoologie

Louis Joseph PANGUI.....	Maître-Assistant
Jean BELOT.....	Assistant
Ibrahima NIANADIO.....	Moniteur
Jean IKOLAKOUMOU.....	Moniteur

7. Pathologie médicale - Anatomie pathologique et clinique ambulante

Théodore ALOGNINOUBA.....	Maître-Assistant
Roger PARENT.....	Maître-Assistant
Jacques GODEFROID.....	Assistant
Mpe Augustin DEMBELE.....	Moniteur

8. Pharmacie - Toxicologie

François Adébayo ABIOLA.....	Maître-Assistant
Georges Anicet OUEDRAOGO.....	Moniteur *
Bernard FAYE.....	Moniteur *

9. Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie

Alassane SERE.....	Professeur
Moussa ASSANE.....	Maître-Assistant
Hamidou BOLY.....	Moniteur

10. Physique et Chimie Biologiques et Médicales;

Germain Jérôme SAWADOGO.....	Maître-Assistant
Georges Anicet OUEDRAOGO.....	Moniteur
Bernard FAYE.....	Moniteur

11. Zootecnie - Alimentation

Ahmadou Lamine NDIAYE.....	Professeur
Kodjo Pierre ABASSA.....	Chargé d'enseignement

Certificat Préparatoire aux Etudes Vétérinaires (CPEV)

Laouli GANBA.....	Moniteur
-------------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

Biphysique

René NDOYE.....	Professeur
	Faculté de Médecine et de Pharmacie <u>UNIVERSITE DE DAKAR</u>

* Moniteurs communs aux deux départements

Parasitologie

Ph. DORCHIES..... Professeur
Ecole Nationale Vétérinaire
TOULOUSE

M. FRANC..... Professeur
Ecole Nationale Vétérinaire
TOULOUSE

S. GEERTS..... Ph. D.
Institut de Médecine
Tropicale
ANVERS

Physique et Chimie biologiques et médicales

F. ANDRE..... Professeur
Ecole Nationale Vétérinaire
NANTES

Pathologie de la Reproduction - Obstétrique

D. TAINTURIER..... Professeur
Ecole nationale Vétérinaire
NANTES

Pathologie des équidés

J. POUCHELON..... Professeur
Ecole nationale Vétérinaires
ALFORT

Pathologie bovine

J. LECOANET..... Professeur
Ecole nationale Vétérinaire
NANTES

Pathologie générale - Immunologie

Mme F. QUINTIN-COLONNA..... Maître-Assistant agrégée
Ecole nationale Vétérinaire
ALFORT

Pharmacie - Toxicologie

G. SECK..... Professeur
Ecole nationale Vétérinaire
LYON

L. EL BAHRI..... Maître de Conférences
agrégé
E.N.V. Sidi Thabet
TUNIS

Zootchnie - Alimentation

- R. FARIGI-DINI..... Professeur
Université de Padone
ITALIE
- M. RIONI VOLPATO..... Professeur
Université de Padone
ITALIE
- R. GUZZINATI..... Technicien de laboratoire
Université de Padone
ITALIE
- Y. E. AMEGEE..... Maître-Assistant
Ecole d'Agronomie
Université du Bénin
TOGO

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL

- A mon père et à ma mère

Auxquels je dois tout. Puisse ce travail être le fruit de vos énormes sacrifices. Trouvez ici, le témoignage d'une profonde affection.

- A mon oncle Latyr THIAO

Très tôt arraché à notre affection. Que la terre te soit sélère.

- A mes frères, soeurs, cousins et cousines

Vous qui avez mis tout en oeuvre pour ma réussite dans les études, j'attends encore vos conseils pour ma réussite dans la vie.
Sincères remerciements.

- A mes tuteurs et à mes homonymes

- A tous ceux qui me sont chers

- A Hermann MABUDU

- A tous mes camarades de l'E.I.S.M.V.

- A tous mes aînés de la profession

- A tout le personnel du CRZ de Dahra (Administration, labo, bouverie, bergerie, garage) et à leurs familles

Ce travail est le vôtre, sincères remerciements pour votre accueil et votre collaboration fructueuse.

- A tout le personnel de l'E.I.S.M.V.

.../...

- A mes maîtres, aînés, cadets et camarades de promotion de l'école de
la Mission catholique de NDIAGANIAO

- A toute la communauté rurale de NDIAGANIAO

- A ma patrie, le SENEGAL

- Au Monde Entier

Pour une vie de PAIX.....

A NOS MAITRES ET JUGES

- A Monsieur Jean-Louis POUSSET

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar.

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de Thèse. Hommage respectueux.

- A Monsieur Ahmadou Lamine NDIAYE

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Nous ne saurions vous remercier assez de l'intérêt que vous n'avez cessé de porter à notre formation et du grand honneur que vous nous faites en acceptant de rapporter notre travail.

Nous vous exprimons ici, nos sentiments de reconnaissance et de profond respect.

- A Monsieur Ibrahima SECK

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar.

Vous avez accepté de juger notre travail. Nous vous exprimons notre gratitude pour l'accueil que vous nous avez toujours réservé.

Trouvez ici l'expression de nos sentiments respectueux.

- A Monsieur Justin Ayayi AKAKPO

Maître de conférences à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Vous avez accepté de juger notre travail. Nous ne saurions vous remercier assez de l'intérêt que vous n'avez cessé de porter à notre formation.

Trouvez ici l'expression de nos sentiments respectueux.

.../...

- A notre Directeur de Thèse

Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO, Maître-Assistant
à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Vous avez inspiré et guidé ce travail.

En vous côtoyant, nous avons apprécié votre dynamisme et votre humanisme.

Trouvez ici, l'expression de nos sentiments respectueux et de notre profonde gratitude.

- Aux Docteurs ABIOLA et BORNAREL

Vous avez bien voulu nous prodiguer vos conseils.

Trouvez ici l'expression de nos sentiments respectueux.

"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".

I N T R O D U C T I O N



Les protéines sont des macromolécules cellulaires les plus abondantes. Elles constituent plus de la moitié du poids sec de la plupart des organismes (38).

Le sens étymologique de ce mot signifie le "premier" ou le plus "avancé", ce qui montre l'importance des protéines. Selon leur forme et certaines caractéristiques physiques, ces macromolécules peuvent être divisées en deux grandes catégories :

- les protéines globulaires habituellement solubles dans le système aqueux (38, 39) ;
- les protéines fibreuses, molécules insolubles dans l'eau (38, 39).

L'hydrolyse des protéines libère des acides aminés qui sont les éléments constitutifs. Lorsque les protéines sont seulement constituées d'acides aminés, on les appelle des protéines simples ou holoprotéines. Cependant l'hydrolyse de certaines protéines libère en plus des acides aminés d'autres composés chimiques, on les appelle des protéines conjuguées (38, 39).

Les protéines en général ont de nombreuses fonctions biologiques parmi lesquelles on distingue : la catalyse enzymatique, la protection immune, le transport et la mise en réserve, le contrôle de la croissance et de la différenciation, le support mécanique, la régulation, la contraction et la motricité. Dans les fonctions telles que le transport et la mise en réserve, la protection immune, les phénomènes inflammatoires, interviennent les protéines suivantes : les albumines, les gamma globulines, les alpha globulines et les bêta globulines. Ces dernières sont des fractions des protéines sériques. Leur séparation se fait par électrophorèse en fonction des charges électriques et du pH du milieu de séparation.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre des activités du Département de Physique et Chimie biologiques et médicales de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine vétérinaires de Dakar, orientées dans l'étude des valeurs de référence chez nos animaux domestiques.

Il a pour objectif l'étude des protéines sériques totales, des différentes fractions protéiques et les variations en fonction du sexe et de l'âge dans une première étape. Ce qui explique donc les conditions particulières de travail notamment l'utilisation des animaux dont les caractéristiques seront précisées.

Dans ce travail, nous envisagerons successivement quatre chapitres :

- dans le premier chapitre : la synthèse bibliographique ;
- dans le deuxième chapitre : les matériels et les méthodes utilisés ;
- dans le troisième chapitre : les résultats auxquels nous sommes parvenus ;
- dans le dernier chapitre : la discussion des résultats.

P R E M I E R C H A P I T R E

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Ce chapitre subdivisé en trois paragraphes, fait la revue sur le sujet. Nous présenterons successivement dans ce chapitre :

- I - Généralités sur l'électrophorèse
- II - Les différentes techniques d'électrophorèse
- III - Applications.

I - GENERALITES SUR L'ELECTROPHORESE

1.1) Définition

L'électrophorèse est une méthode physique d'analyse utilisant le mouvement des particules ionisées dissoutes ou dispersées dans un liquide conducteur sous l'influence d'un champ électrique (5).

Cette méthode est surtout utilisée pour la séparation des protéines sériques ou des protéines urinaires, mais d'autres liquides biologiques peuvent être explorés (25, 26, 30, 55).

1.2) Historique (15, 16)

Cette méthode d'analyse a été réalisée pour la première fois par un physicien du nom de REUS (15). Il constata une migration des particules d'argile colloïdale entre 2 électrodes plongeant par l'intermédiaire de 2 tubes de verre remplis d'eau dans un bloc d'argile. Il est revenu à MICHAELIS en 1909 de désigner cette migration par le mot électrophorèse qui veut dire : "déplacement de macromolécules dans un champ électrique". A partir de cette découverte deux grandes techniques furent développées :

- d'abord l'électrophorèse de frontière ou électrophorèse en veine liquide développée par TISELIUS à partir de 1937 ;
- ensuite l'électrophorèse de zone. Cette technique comprend plusieurs variantes suivant la nature du support. Nous les décrivons par ordre chronologique. C'est ainsi que l'électrophorèse sur papier s'est développée à partir de 1950. Puis par souci d'améliorer la séparation, d'autres supports furent utilisés. En effet en 1953 GRABAR et WILLIAM réalisent l'immunoélectrophorèse en gélose, ensuite SMITHIES en 1955 utilise le gel d'amidon, RAYMOND et WEINTRAUB élucident la technique avec le gel^{de} polyacrylamide. Enfin en 1966 URIEL et BERGES proposent les gels mixtes (acrylamide-agarose (16)).

1.3) Principe de l'électrophorèse

Le principe de l'électrophorèse tient à deux caractéristiques : la première est l'ionisation des protéines et la deuxième est la mobilité électrophorétique.

.../...

1.3.1) Ionisation des protéines (5, 15, 39, 54)

Les protéines sont des molécules amphotères. Suivant le pH du milieu dans lequel elles se trouvent, elles peuvent se comporter comme des acides ou des bases c'est-à-dire libérer ou fixer des protons. Trois cas donc peuvent se présenter :

- lorsque le pH est très acide, la molécule fixe des protons et acquiert ainsi une charge globale positive ;
- lorsque le pH est très basique, la molécule libère des protons et sa charge globale devient négative ;
- mais il existe un pH pour lequel il y a autant de charges positives que de charges négatives, c'est le pH isoélectrique. La charge globale de la molécule devient alors nulle.

Conséquence

Dans un tampon approprié, les protéines chargées vont migrer sous l'influence d'un champ électrique, tandis que la protéine dont la charge est nulle ne se déplacera pas.

1.3.2) Mobilité électrophorétique (5, 16)

La mobilité d'une particule est sa vitesse en centimètres par seconde, sous l'influence d'un champ électrique d'un volt. Elle s'exprime donc en $\text{cm}^2, \text{s}^{-1}, \text{V}^{-1}$.

Lorsqu'une protéine chargée se déplace dans une solution, il se développe une force motrice \vec{F} et une force de résistance \vec{F}_r produite par la solution.

$$\vec{F} = q \vec{E} ; \quad q = \text{la charge}$$

$\vec{E} = \text{le champ électrique}$

$$\vec{F}_r = 6 \pi \eta r v ; \quad \eta = \text{la viscosité du milieu dans lequel se déplace la particule}$$

$r = \text{le rayon de la particule}$

$v = \text{la vitesse de la particule.}$

.../...

Si $\vec{F} = \vec{F}'$, la mobilité $\mu = \frac{q}{6 \pi \eta r}$;

En fonction de cette relation, nous pouvons conclure que la mobilité électrophorétique dépend de la charge, de la masse et de la forme de la protéine.

Mais dans une solution électrolytique, un autre phénomène vient se superposer à l'électrophorèse proprement dite. En effet, lorsqu'apparaît un anion protéique, par une réaction d'équilibre apparaît également un cation venu du milieu. Soumis au champ électrique, les cations créeront un courant inverse à celui de l'électrophorèse, c'est le courant d'électro-endosmose.

Cette mobilité dépend aussi de la nature du support, de la vitesse du flux liquide qui compense l'eau évaporée par le dégagement de chaleur. Le sens du déplacement dépend de la nature de la charge électrique : les anions se déplacent vers l'anode et les cations vers la cathode.

II - LES DIFFERENTES TECHNIQUES D'ELECTROPHORESE

Deux grandes techniques furent développées. La première est l'électrophorèse de frontière ou électrophorèse en veine liquide selon TISELIUS et la deuxième est l'électrophorèse de zone.

II.1) Electrophorèse de frontière (5)

L'électrophorèse de frontière est une technique qui permet la séparation des protéines et la détermination de la mobilité de chacune d'elles. Dans ce cas, il n'y a aucune influence liée au support sur la mobilité électrophorétique.

II.1.1) Description de la technique (figure 1)

On utilise un tube en U contenant un tampon et un mélange de protéines en solution dans le tampon (figure 1) ; dans les branches de ce tube plongent les électrodes. Lorsqu'on fait passer le courant, au bout d'un temps T1, il se produira une séparation, matérialisée par une ou plusieurs frontières selon la composition du mélange. On repère à l'origine les frontières grâce à un procédé physique : soit optique, par le réfractomètre, soit électrique par le conductimètre.

II.1.2) Intérêt de l'électrophorèse de frontière

L'électrophorèse de frontière est utilisée pour le contrôle de pureté des fractions protéiques isolées du plasma.

II.2) Electrophorèse de zone (16)

Cette technique s'applique aux ions de faibles dimensions et ne nécessite que de très petites prises d'essai. Ce qui la caractérise surtout, c'est l'influence de la nature du support. Celui-ci fait intervenir de nouveaux facteurs modifiant la mobilité. Ces facteurs sont la sinuosité des canalicules du support, le courant d'électro-osmose et l'effet joule.

.../...

11.2.1) Description (figure n° 2)

On dispose de deux bacs contenant un tampon à pH déterminé (généralement basique) reliés par l'intermédiaire d'un support sur lequel on place le papier ou le gel. Dans les deux bacs plongent les électrodes, l'ensemble est fermé par un couvercle. On fait passer le courant pendant un temps très suffisant pour la séparation, puis on arrête, on sort la bande, puis on fait la révélation.

11.2.2) Les différentes techniques d'électrophorèse de zone

Ces techniques sont généralement employées, car sont plus faciles à pratiquer et moins onéreuses que l'électrophorèse de frontière. Elles trouvent surtout une application médicale.

11.2.2.1) Electrophorèse sur papier (16)

Dans l'électrophorèse sur papier, le milieu où se déplace la molécule est constitué par une bande de papier filtre imprégnée de la solution tampon et cette dernière par capillarité traverse la bande.

Avantages et limitations

C'est une méthode de séparation relativement simple et se prête à l'exploitation en série ; mais avec cette méthode des erreurs peuvent intervenir dans la détermination des valeurs relatives des différentes fractions obtenues à partir de la courbe densitométrique ; ces erreurs sont la dénaturation des protéines et un défaut de proportionnalité entre le poids des protéines et la quantité de colorant qu'elles fixent.

Remarques sur les bandes d'acétate de cellulose

Elles sont analogues au papier, mais donnent une résolution supérieure et par conséquent une meilleure séparation des différentes fractions et ce support présente les mêmes avantages d'utilisation. L'électrophorèse sur bande d'acétate de cellulose sera l'objet d'une étude plus détaillée car c'est la technique que nous avons utilisée pour notre travail.

11.2.2.2) Electrophorèse en gel d'amidon (16)

Cette technique utilise un support présentant deux particularités : les molécules progressent dans le gel selon leurs charges électriques, mais aussi la structure du gel intervient comme un véritable filtre. Ces deux caractéristiques confèrent encore un pouvoir de résolution supérieur aux supports de papier.

A l'appareillage classique d'électrophorèse de zone viennent s'ajouter des portoirs spéciaux en plexiglas destinés à contenir le gel. On utilise deux sortes de tampon : le tampon des bacs d'électrodes et le tampon utilisé dans la préparation du gel.

Avantages et limitations

Ces gels permettent un fractionnement plus poussé, mais leur utilisation et leur conservation sont plus difficiles que pour le papier.

11.2.2.3) Electrophorèse en gel de polyacrylamide (16)

Le gel de polyacrylamide est obtenu par polymérisation d'un monomère principal, l'acrylamide, et d'un monomère de liaison, la N-N'-méthylène bis-acrylamide ; sa caractéristique principale est l'effet de filtration très poussée.

Les pourcentages d'acrylamide dans la solution varient selon les substances qu'on veut séparer.

Avantage

C'est un gel synthétique et il est possible de réaliser des réservoirs de dépôt de formes très variées. La facilité de stockage permet la préparation en série.

11.2.2.4) Electrophorèse dans des gels d'acrylamide-agarose (16)

C'est un gel mixte constitué d'un mélange homogène d'un polymère d'acrylamide et d'un polysaccharide naturel (agarose ou gélose). Les proportions du mélange varient selon les produits à séparer.

Avantages et limitations

Ces gels mixtes ont d'excellents pouvoirs de résolution et des propriétés mécaniques intéressantes (élasticité, maniabilité, résistance à la traction). Leur utilisation est limitée par les difficultés de préparation.

11.2.2.5) Immuno-électrophorèse (16, 31, 51)

Cette technique d'analyse des protéines utilise consécutivement deux méthodes : l'une physique et l'autre immunologique. Le mélange protéique est d'abord séparé par électrophorèse sur support ; ce support est généralement constitué par de la gélose où se déroulera la deuxième étape c'est-à-dire la révélation immunologique grâce à la réaction antigène - anticorps. L'antigène est représenté par les fractions protéiques et l'anticorps représenté par l'immun-sérum. Au point de rencontre antigène-anticorps, il se forme un arc de précipitation.

11.2.2.6) Electrofocallisation (5)

C'est une méthode de séparation des protéines en fonction de leurs points isoélectriques, l'électrophorèse est pratiquée sur lame ou sur colonne, dans lesquelles on a préétabli un gradient de pH. Les protéines ne migrent plus quand leur charge nette est nulle, c'est-à-dire qu'elles focalisent à l'endroit où le pH est égal à leur propre pH isoélectrique.

11.2.2.7) Remarques sur les microméthodes d'électrophorèse (16)

La micro-électrophorèse est une méthode rapide et précise ; ses résultats sont comparables à ceux des autres techniques courantes. Elle constitue la technique d'élection pour les solutions de faible volume, mais aussi dans les examens de grande série.

Figure n° 1 : Electrophorèse de frontière (5)

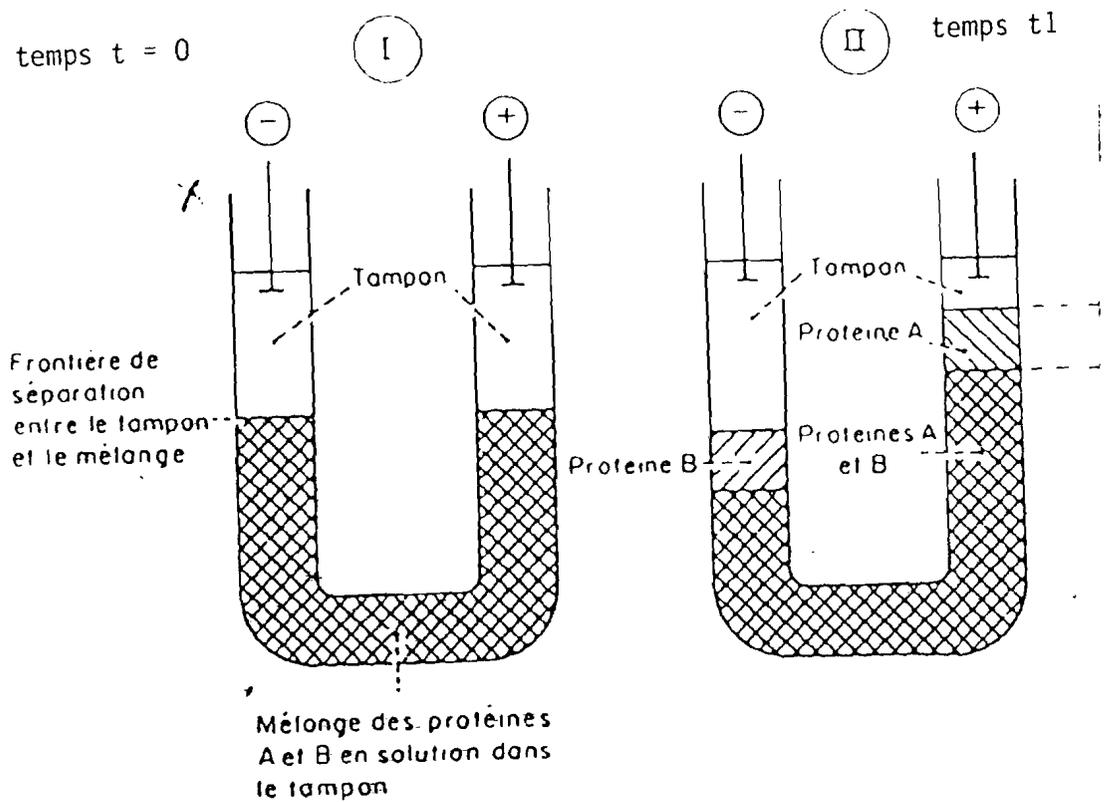
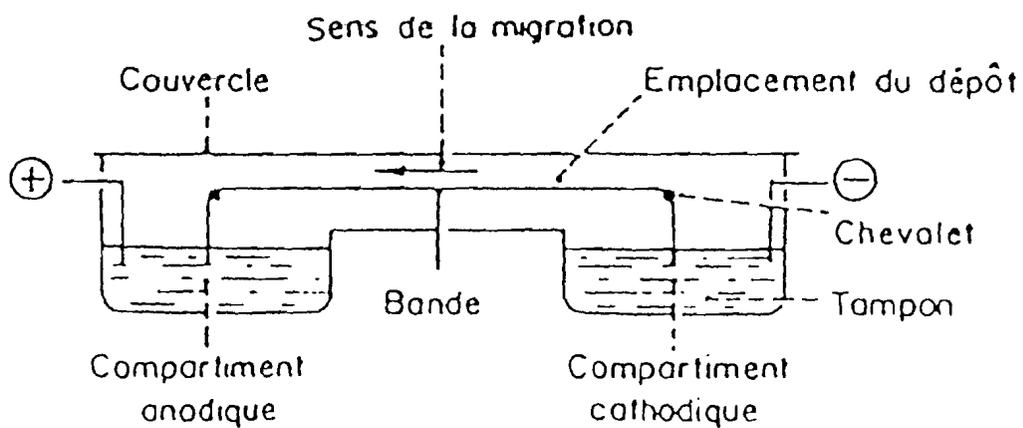


Figure n° 2 : Electrophorèse de zone ; dispositif expérimental ou de profil



III - APPLICATIONS DE L'ELECTROPHORESE

Les applications de l'électrophorèse sont multiples, mais on peut les distinguer en deux grandes catégories : les applications analytiques et les applications médicales.

III.1) Applications analytiques

Dans ce cas le but de l'analyse est de vérifier la pureté des protéines ou la détermination de leur poids moléculaire ; pour cela, il faut utiliser une méthode appropriée : l'électrophorèse en veine liquide.

III.2) Applications médicales

III.2.1) Généralités (8, 11, 15, 17, 26, 29)

Dans le domaine médical, l'électrophorèse est de plus en plus utilisée pour des investigations sémiologiques ou à des fins de diagnostic ou de pronostic. C'est l'électrophorèse de zone qui est utilisée dans ces types d'examen. Elle permet la séparation, l'identification et la connaissance des proportions relatives à des mélanges de protéines. Les résultats de cette séparation donnent naissance à un protéinogramme obtenu à l'aide d'un densitomètre intégrateur.

En Afrique, la bibliographie montre que parmi les animaux étudiés, les bovins occupent une place importante ; ceci dans le souci d'établir des "normes" ou des variations soit en fonction de la saison, soit en fonction de l'âge ou de la race, ou du sexe, soit en fonction de l'interaction entre ces différents facteurs.

Signalons que sur le plan médical, le sérum humain est le plus exploré, c'est pourquoi, la nomenclature des différentes fractions protéiques chez les animaux est calquée sur celle de l'homme.

.../...

III.2.2) Exemple : Electrophorèse des protéines sériques des bovins

L'exploration du sérum sanguin des bovins par les techniques électrophorétiques sur papier ou sur acétate de cellulose montre chez cette espèce quatre fractions qui sont : l'albumine, un bloc alpha globuline (alpha 1 et alpha 2 sont indissociables), bêta globuline, gamma globuline, contrairement à l'homme et aux autres animaux domestiques où le nombre de fractions isolées est toujours supérieur à 4.

- Etude de ces différentes fractions (8, 11, 39, 42)

Cette étude concerne donc l'albumine et les globulines.

1) L'albumine

C'est la fraction protéique la plus importante du point de vue pondéral dans le sérum ; mais sa principale caractéristique est sa grande mobilité électrophorétique. Elle est synthétisée exclusivement par le foie, son poids moléculaire est d'environ 66.000. Son rôle biologique est très important.

Elle intervient dans le maintien de la pression oncotique des liquides internes, dans le transport de nombreuses molécules et ions tels que bilirubine, sels biliaires, acides gras non estérifiés, iode, etc...

Elle sert aussi de réserve protéique facilement utilisable en cas de besoin. La diminution de l'albuminémie peut être due soit à un défaut d'apport, soit à un défaut de synthèse, soit à une élimination anormale, soit à excès de catabolisme protéique ; dans la plupart des cas, le foie est mis directement en cause.

2) Alpha globuline

Chez les bovins, on trouve un bloc alpha (alpha 1 et alpha 2 sont indissociables) tandis que chez les autres animaux domestiques, les fractions alpha sont hétérogènes. Ces alpha globulines sont bien étudiées chez l'homme et chez le chien par l'immuno-électrophorèse. Cette fraction peut inhiber la progestérone, la trypsine, les thromboplastines,

augmenter la vitesse de sédimentation ; elle joue aussi un rôle important dans le métabolisme du tissu conjonctif. La synthèse s'effectue en grande partie au niveau du foie.

3) Bêta globuline

Chez l'homme, les bêta globulines constituent les plus grosses protéines du sérum (PM : 1.300.000). Leur rôle est primordial dans le transport des lipides, du fer, des vitamines, des hormones stéroïdes. Cette fraction a deux origines : soit elle est synthétisée par le foie, soit elle est synthétisée par le système réticulo-endothélial.

4) Gamma globuline

Les gamma globulines ont pour synonyme immunoglobulines, mais il peut exister des anticorps migrants avec chacune des autres globulines sériques. Les gamma globulines interviennent donc dans les phénomènes d'immunité. Leur structure est bien connue : deux chaînes légères et deux chaînes lourdes ; on les distingue en plusieurs classes. Les gamma globulines subissent des variations importantes dans certaines dysglobulinémies.

A la naissance chez les bovins, la gamma globuline est très faible, elle est de 8 à 12 p.100 à partir du cinquième jour pour atteindre 25 à 30 p.100 entre 6 mois et un an (27).

Electrophorégrammes chez les bovins (figures n° 3 et n° 4)

Les tracés fournis par P. GROULADE après micro-électrophorèse sur papier ont permis de constater que l'allure de la courbe varie selon l'âge (27).

Modifications de l'électrophorégramme lors de certaines affections des bovins (figures n° 5 et 6) (27)

Selon GROULADE (P.), les perturbations observées dans les courbes de micro-électrophorèse des protéines, sans être spécifiques d'une affection, constituent un élément de diagnostic toujours utile et parfois essentiel et par conséquent l'électrophorégramme peut même être utilisé dans un but prophylactique pour les taureaux de reproduction. Exemple : dans le cas de l'ostéoarthrite du grasset.

.../...

Profil électrophorétique normal (27)

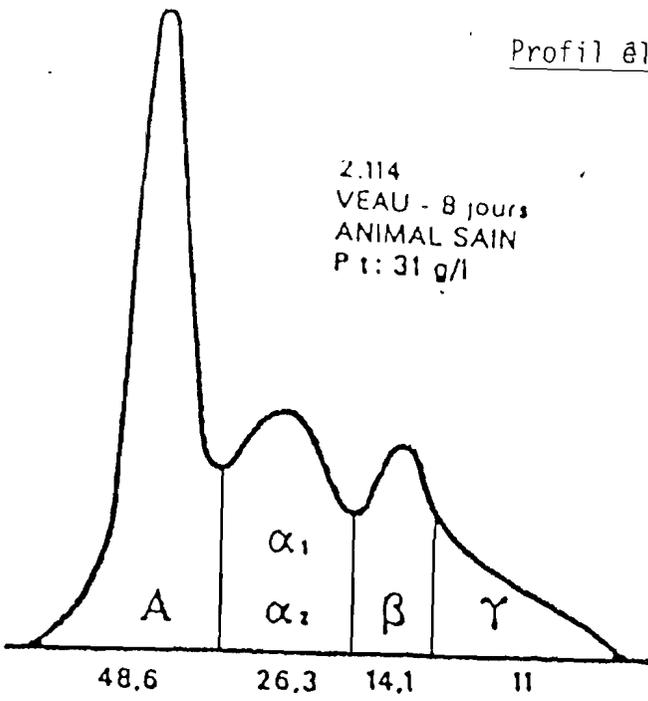


Figure n° 3

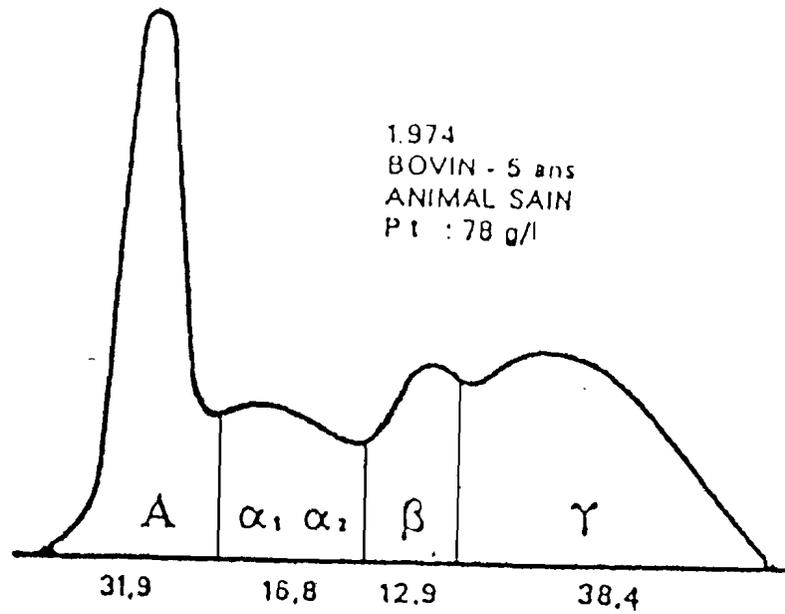


Figure n° 4

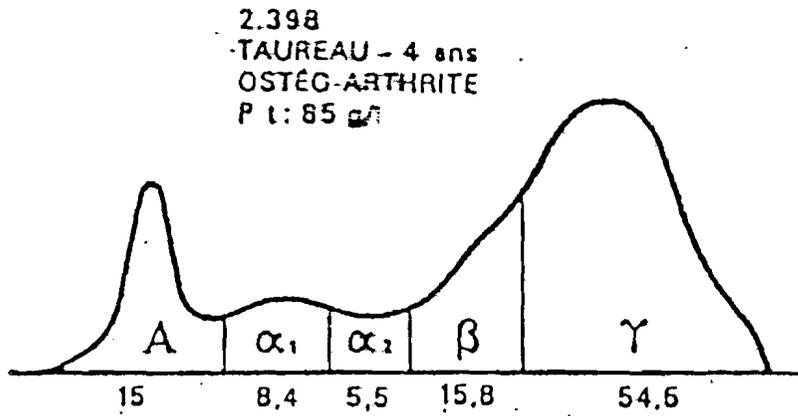


Figure n° 5

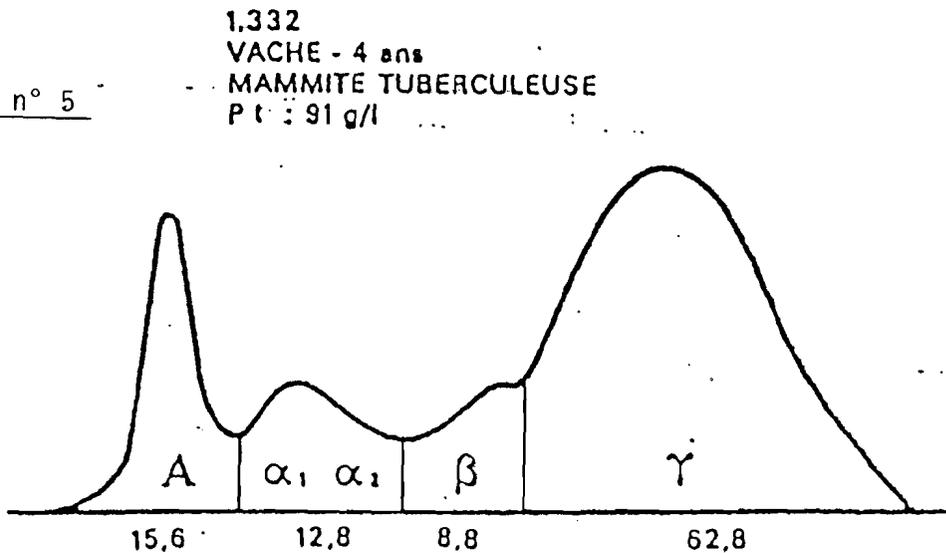


Figure n° 6

DEUXIEME CHAPITRE

MATERIELS ET METHODES

Ce chapitre revêt un caractère très important étant donné que la qualité des résultats observés est étroitement liée aux matériels et aux méthodes utilisés.

Nous envisagerons séparément les matériels et les méthodes.

I - LES MATERIELS

I.1) Le matériel animal

Le matériel animal utilisé est du zébu Gobra du CRZ de Dahra.

I.1.1) Environnement des animaux

Le Centre de Recherches zootechniques de DAHRA se trouve dans une vaste zone de 40.000 km² appelée zone sylvopastorale ou Ferlo, dans la région de Louga. C'est une plaine située entre 15° longitude Ouest, 13 et 15° latitude Nord, dans le Nord du Sénégal (33).

Elle est limitée à l'Ouest par le littoral atlantique, au Nord et à l'Est par le fleuve Sénégal, au Sud par le bassin arachidier (43).

Le Ferlo est l'aire géographique de cette race de zébu, mieux c'est dans cette zone où l'on trouve les plus grands effectifs d'animaux de cette race (3).

Le climat est de type tropical sec. Il est sahélien au Nord, soudano-sahélien au Sud. Il est caractérisé par des températures élevées, généralement supérieures à 28°C (33). Les précipitations faibles, sont souvent réparties de façon irrégulière au cours de la saison des pluies. La quantité d'eau qui tombe varie d'une année à l'autre. Elle dépasse rarement 500 mm, surtout au cours de ces dix dernières années. Le centre lui même a connu un déficit pluviométrique jamais égalé en 1983 : 110 mm au total de précipitations irrégulièrement réparties (4).

Sur le plan pathologique, les principales maladies que l'on peut rencontrer dans la zone sont : la peste bovine, la péri-pneumonie contagieuse des bovinés, le charbon symptomatique, le botulisme (4), mais grâce à la prophylaxie médicale, les cas cliniques sont devenus très rares. C'est aussi une zone peu propice à certaines maladies parasitaires.

Tout ceci confirme sa vocation essentiellement pastorale (2/3 du cheptel bovin, ovin et caprin du Sénégal) (3, 43).

.../...

Le CRZ se trouve à 3 km à l'Est de la ville de DAHRA. Il se situe approximativement à la croisée des coordonnées 15°25' W et 15° 23' N (46).

Sa superficie est de 6 800 ha dont les 900 ha abritent les services administratifs et les logements du personnel, les 5 900 ha divisés en parcelles, constituent les pâturages (33). Il est doté d'un système hydraulique "moderne" (forage) pour satisfaire les besoins en eau des animaux et des populations qui y vivent.

1.1.2) Le mode d'élevage

Les animaux y vivent en extensif et sont répartis en différents troupeaux entre les bergers qui sont des salariés. Les points d'eau constituent les lieux de rencontre des troupeaux. Les pâturages naturels constituent l'alimentation essentielle du bétail. C'est une végétation herbacée, surtout dominée par les graminées à laquelle s'ajoute le feuillage de quelques rares arbustes. Souvent, une ou deux espèces l'emportent sur les autres. Les espèces dominantes sont *Aristida mutabilis*, *Eragrostis tremula*, *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Zornia glochidiata* etc... (12, 33, 43, 46, 56).

Ce sont des herbes annuelles. Pendant la saison sèche, la végétation herbacée se transforme en paille peu digeste et pauvre. L'analyse bromatologique d'herbes de pâturages récoltées à Dahra a permis de constater une pauvreté de cette herbe en phosphore et calcium (43).

1.1.3) Caractéristiques du troupeau (2, 10, 33, 37)

C'est un troupeau de zébus Gobra composé de mâles et femelles de différents âges.

Le zébu Gobra est un animal musclé, subconvexiligne, eumétrique, médioligne. Les cornes en lyre haute, fortes à la base sont très développées ainsi que la bosse, surtout chez le mâle. La variété Peulh est de grande taille 1,35 m à 1,40 m au garrot chez le mâle qui est généralement plus grand que la femelle (1,35 m au maximum). Le poids varie entre 300 et 400 kg chez le mâle. Les animaux de boucherie

.../...

mieux entretenus, peuvent atteindre 500 kg avec un rendement de 50 à 53 p.100. C'est le meilleur zébu à viande d'Afrique de l'Ouest. La robe généralement blanche uniforme, peut présenter des bringures et des charbonnures. La variété Sérère qui vit dans le bassin arachidier, de format plus petit, se caractérise par une robe grise.

Les animaux recrutés sont de la variété Peulh. Ce sont tous des animaux apparemment sains, ayant un même type d'alimentation et soumis aux critères d'exclusion et de partition. Ces critères d'exclusion sont les affections pathologiques, les états physiologiques particuliers (lactation, gestation), les animaux en traitement. Les critères de partition sont l'âge et le sexe. C'est ainsi que 4 classes d'âge chez les mâles et 4 classes d'âge chez les femelles ont été distinguées. Cette répartition permet d'avoir des échantillons homogènes nécessaires pour l'étude des valeurs de référence. Selon la disponibilité des animaux, les différentes classes n'ont pas la même taille. L'effectif total est de 208 animaux répartis en 91 mâles et 117 femelles. Le tableau n° 1 donne les informations complètes sur les effectifs.

.../...

Tableau n° 1 - Tableau des effectifs

Classes d'âge	Mâles	Femelles	Total
Classe I = 0,5 à 1 an	37	34	71
Classe II = 1 à 2 ans	33	39	72
Classe III = 2 à 3 ans	11	15	26
Classe IV = > 3 ans	10	29	39

.../...

1.2) Le matériel technique

1.2.1) Le matériel de prélèvement

Il est constitué par des tubes sous vide, sans anticoagulant, d'une capacité de 10 ml (tube Venoject (ND)). Ce tube est adaptable à un embout dans lequel l'aiguille est préalablement fixée.

1.2.2) Le matériel de centrifugation

C'est une petite centrifugeuse d'une capacité maximale de 10 tubes, de marque JOUAN.

Elle est munie d'une minuterie et d'un cadran pour régler le nombre de tours. C'est un appareil bien adapté à ces genres d'opérations sur le terrain car il est facilement transportable.

1.2.3) Le système du froid

Les prélèvements sont congelés après centrifugation. Le transport de DAHRA à DAKAR s'est effectué dans une glacière, dans laquelle nous avons pris la précaution de placer des générateurs de froid et des blocs de glace. Celui de DAKAR à TOULOUSE s'est produit dans les mêmes conditions. Une fois arrivés à DAKAR, les échantillons sont remis dans un congélateur.

.../...

II - LES METHODES

Nous présenterons successivement : le mode de prélèvement, le traitement des prélèvements, l'analyse et le traitement statistique.

II.1) Le mode de prélèvement

Les prélèvements ont lieu dans la matinée avant que les animaux ne soient dispersés dans les différents pâturages. Ils s'effectuent dans les différents parcs de vaccination, ceci pour permettre la contention des animaux.

Les animaux sont mis en décubitus latéral, immobilisés, la tête rabattue d'un côté, permettant la mise en évidence facile de la veine. Environ 10 ml de sang sont prélevés dans la veine jugulaire de chaque animal.

Sur la fiche de prélèvement, nous relevons la date de prélèvement, le numéro d'identification de l'animal et le numéro d'ordre du prélèvement. C'est le numéro d'ordre qui est mentionné sur le tube de prélèvement. Signalons que ces prélèvements ont été effectués au mois d'octobre.

II.2) Le traitement

C'est la centrifugation. Elle s'effectue à la fin de la prise de sang. Nous avons centrifugé à 3 500 tours par minute pendant 10 minutes. Pour éviter toute erreur d'analyse due à la qualité du prélèvement, les échantillons qui présentaient des traces d'hémolyse ont été éliminés (28, 29).

Après centrifugation, le sérum aspiré par une pastette à usage unique est conditionné dans des tubes à hémolyse. Chaque tube à hémolyse porte le numéro d'ordre qui se trouve sur le tube de prélèvement, la date, le sexe et la tranche d'âge. Le tube bien bouché, est mis à congeler.

.../...

11.3) Analyse des prélèvements

Cette phase a eu lieu à TOULOUSE, pour des raisons d'ordre matériel.

La technique utilisée pour la détermination des protéines totales est la réaction de biuret, tandis que pour la séparation des différentes fractions protéiques, l'électrophorèse sur bande d'acétate de cellulose a été utilisée.

11.3.1) Réaction de biuret

C'est une méthode calorimétrique. Les protéines forment avec les ions cuivriques en milieu alcalin, un complexe coloré en violet (coloration due aux liaisons peptidiques NH-Co) et l'intensité de la coloration est appréciée au photomètre à 540 nm (49).

La concentration en protéines totales du sérum est calculée de la manière suivante :

$$C = 60 \times \frac{\text{D.O. essai}}{\text{D.O. standard}} \text{ g/l}$$

Le standard est une solution de protéine titrant 60 g par litre. Le photomètre utilisé est de marque BECKMAN.

11.3.2) Electrophorèse (1)

11.3.2.1) Matériel

Le matériel suivant a été utilisé :

- Générateur BECKMAN R 120,
- Densitomètre BECKMAN R 112,
- Cuve d'électrophorèse SEBIA (ND) - cuvettes en acier inoxydable,
- Etuve à 100°C - Applicateur d'échantillons PRATIGA,
- Plaque de verre pouvant être placée au fond des cuvettes précédentes.

.../...

11.3.2.2) Consommables

Ces consommables sont :

- Membranes d'acétate de cellulose (5,7 x 14 cm)
- Tampon acide barbiturique/barbiturate de Na, pH 8,6 ; force ionique I = 0,075 mole par litre.
- Solution de fixation/coloration = .Rouge ponceau 0,2 p.100
.Acide trichloracétique 3 p.100
.Acide sulfosalicylique 3 p.100
- Acide acétique 5 p.100
- Solution de déshydratation : -éthanol pur
- Solution de transparence : -cyclohexane en solution à 30 p.100 dans l'éthanol dénaturé
- Dispositif (N D)
- Buvards
- Prélèvements.

11.3.2.3) Manipulation

a) Préparation des membranes

En la prélevant à l'aide d'une paire de pinces, on dispose une membrane d'acétate de cellulose dans une cuvette contenant environ 100 à 150 ml de tampon. Après réhydratation, l'excès de tampon est éliminé en l'égouttant puis en le séchant entre deux buvards. Cette membrane est disposée sur le support permettant l'application de l'échantillon.

b) Préparation de la cuve

Dans chaque compartiment de la cuve, le tampon est versé jusqu'aux traits de repère.

c) Préparation des échantillons

Sur une rangée du Dispositif (ND) 10 µl de chacun des échantillons de la gauche vers la droite dans les huit cases correspondantes sont déposés. La neuvième case, plus étroite, sert à l'orientation de la membrane.

.../...

d) Application

On place l'applicateur sur le Dispocard (ND), puis on le transfère sur le système d'application en le laissant tomber doucement le long de la glissière repérée par un point noir.

e) Migration

Le portoir est transféré avec ses membranes dans la cuve, le côté des dépôts étant situé vers la cathode, on met le couvercle en place, puis on raccorde la cuve au générateur.

On tourne le minuteur de l'alimentation électrique sur 20 minutes puis on règle la ddp à 250 volts.

f) Fixation / Révélation

Après migration, le générateur est déconnecté. La membrane est prélevée avec une pince et immergée pendant deux à trois minutes dans la solution de fixation-coloration. Elle est ensuite transférée dans trois bains successifs d'acide acétique à 5 p.100 pour assurer la décoloration, en égouttant soigneusement à chaque fois : l'immersion de quelques secondes dans les deux premiers bains est poursuivie jusqu'à décoloration complète dans le troisième.

La membrane est ensuite placée dans la solution de déshydratation pendant une minute, puis transférée dans le bac contenant la solution de transparence, après que l'on y ait déposé une plaque de verre.

Elle est recueillie sur la plaque de verre. On élimine l'excès de liquide puis on dépose dans une étuve ventilée à 100°C, jusqu'à ce que le film ne dégage plus aucune odeur. On récupère la membrane en la décollant très délicatement de son support.

g) Intégration

La membrane est déposée sur le plateau de lecture du densitomètre intégrateur en la fixant à l'aide des batonnets aimantés.

On vérifie que la longueur d'onde du filtre correspond bien au colorant utilisé, en l'occurrence : 520 nm.

Le couvercle est fermé et on appuie sur la touche "START". L'appareil imprime alors le profil densitométrique de l'électrophorégramme, ainsi qu'une ligne brisée dont les signaux sont proportionnels à l'aire sous la courbe.

11.4) Le traitement statistique (18, 41, 47, 48, 52)

11.4.1) Intérêt

L'emploi de la méthode statistique s'impose chaque jour d'avantage en médecine et en biologie. Cette forme de raisonnement s'avère nécessaire à l'analyse des problèmes où la variabilité des données est importante, comme c'est le cas pour notre étude. L'intérêt donc des méthodes statistiques pour l'interprétation de l'électrophorégramme nous a semblé évident en raison du grand nombre de données à analyser et dans l'espoir de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de l'influence de certains facteurs sur les valeurs des différentes fractions protéiques.

La distribution statistique de nos données se rapproche suffisamment de la distribution "normale", ce qui nous a permis d'appliquer des méthodes de calcul simple. Ainsi nous avons jugé nécessaire de faire un bref rappel sur les définitions et calculs de certains paramètres de la distribution normale.

11.4.2) Rappel de calcul

- Estimation de la moyenne m et de la variance S^2 à partir d'un échantillon

Pour un échantillon de n sujets :

la moyenne estimée m

$$m = \frac{\sum X}{n}$$

la variance S^2

$$S^2 = \frac{\sum (X - m)^2}{n - 1}$$

.../...

l'écart type S

$$S = \sqrt{S^2}$$

NB : La moyenne m représente un indice de position et l'écart type S représente un indice de variabilité autour de cette valeur moyenne.

- L'intervalle de confiance (i)

L'observation d'une moyenne m sur un échantillon de n cas permet d'assigner à la moyenne inconnue μ l'intervalle de confiance i avec un risque de 5 %.

$$i = m \pm \frac{2 S}{\sqrt{n}}$$

- Le coefficient de variation (c.v.)

C'est aussi un indice de dispersion.

$$cv = \frac{S}{m} \times 100$$

- Comparaison de deux moyennes

a) Si l'un des échantillons est petit c'est-à-dire inférieur à 30, la comparaison est fondée sur la valeur de t

$$t = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{S^2}{n_A} + \frac{S^2}{n_B}}}$$

S^2 désigne l'estimation de la variance supposée commune

$$S^2 = \frac{\sum (x - m_A)^2 + \sum (x - m_B)^2}{n_A + n_B - 2}$$

b) Si chacun des échantillons est supérieur à 30, donc $n_A > 30$ et $n_B > 30$, la comparaison de 2 moyennes m_A et m_B est fondée sur l'écart réduit

$$E = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{S^2_A}{n_A} + \frac{S^2_B}{n_B}}}$$

.../...

S^2_A et S^2_B désignent les variances estimées.

$|\xi| < 1,96 \Rightarrow$ différence non significative

$|\xi| \geq 1,96 \Rightarrow$ différence significative.

11.4.3) Remarques

- 1) Il nous faut indiquer que pour chaque résultat, nous choisissons le risque 5 p.100. Cela signifie que les résultats donnés ont 95 p.100 de chances d'être exacts ou significatifs.
- 2) Pour des raisons de commodité, étant donné que dans le traitement statistique des résultats nous observons dans certains cas de grands effectifs et dans d'autres cas de petits effectifs, nous avons adopté le test de "t" au lieu de l'écart-réduit pour toutes les comparaisons. Après avoir essayé les deux méthodes de comparaison, nous avons abouti aux mêmes conclusions.
- 3) En biologie, l'intervalle de confiance, choisi en fonction des objectifs d'utilisation est en général égal à $m \pm 2S$, en supposant que la distribution est statistiquement normale. Cet intervalle renferme 95 p.100 des valeurs (47, 48).

.../...

TROISIEME CHAPITRE

RESULTATS

Nous présenterons successivement dans ce chapitre :

- Les protéinogrammes et les profils électrophorétiques chez le zébu Gobra
- La distribution sur l'ensemble des effectifs des protéines totales et des différentes fractions
- L'influence du sexe
- L'influence de l'âge
- L'influence des deux facteurs à la fois.

I - PROTEINOGRAMMES ET PROFILS ELECTROPHORETIQUES CHEZ LE ZEBU GOBRA

1.1) Protéinogrammes

La figure 7 représente huit protéinogrammes de différents zébus Gobra et le sens de migration des différentes fractions. La dernière tache qui est une marque d'identification nous a servi de repère.

Sur chaque protéinogramme, nous distinguons 4 fractions : les albumines qui migrent le plus, ensuite les alpha globulines, les bêta, puis les gamma globulines qui migrent très peu. La séparation entre bêta globulines et les gamma globulines n'est pas toujours aussi nette que les précédentes.

1.2) Profils électrophorétiques

La lecture densitométrique du protéinogramme donne les profils des figures n° 8 et 9, avec en dessous le tracé de l'intégrateur. Les 4 fractions du protéinogramme se retrouvent sur cette courbe : Albumine, alpha globulines, bêta globulines et gamma globulines. La séparation de ces deux dernières fractions n'est pas très franche comme présentée sur le protéinogramme.

II - LA DISTRIBUTION SUR L'ENSEMBLE DES EFFECTIFS, DES PROTEINES TOTALES ET DES DIFFERENTES FRACTIONS

L'ensemble des effectifs représente 208 animaux répartis en 91 mâles et 117 femelles (tableau I)

II.1) Protéines totales (tableau II, figure n° 10)

Les zones de forte densité sont comprises entre 68,3 g/l et 84,8 g/l et la moyenne des valeurs observées est de 76,6 g/l. On note également une faible dispersion des valeurs.

II.2) Albumines (tableau II, figure n° 11)

Les zones de forte densité sont comprises entre 28,1 g/l et 39,1g/l. La moyenne des valeurs observées est de 34,2 g/l. La dispersion des valeurs autour de cette moyenne est également faible mais plus élevée que celle des protéines totales.

II.3) Alpha globulines (tableau II, figure n° 12)

Les zones de forte densité sont comprises entre 10,2 g/l et 16,2g/l g/l. La moyenne des valeurs observées est de 12,8. Le coefficient de variation toujours faible est plus élevé que ceux des protéines totales et des albumines.

II.4) Bêta globulines (tableau II, figure n° 13)

Les zones de forte densité sont comprises entre 8,8 g/l et 11,8 g/l et une moyenne générale de 10,7 g/l. La dispersion est faible mais plus élevée que les précédentes.

II.5) Gamma globulines (tableau II, figure n° 14)

Les zones de forte densité sont comprises entre 12,8 g/l et 23,8 g/l et une moyenne de 18,9 g/l. Le coefficient de variation assez faible, est cependant plus élevé que ceux des protéines totales, albumines, alpha et bêta globulines.

.../...

Figure n° 10 : Histogramme représentant la distribution des protéines totales chez le zébu Gobra (20)

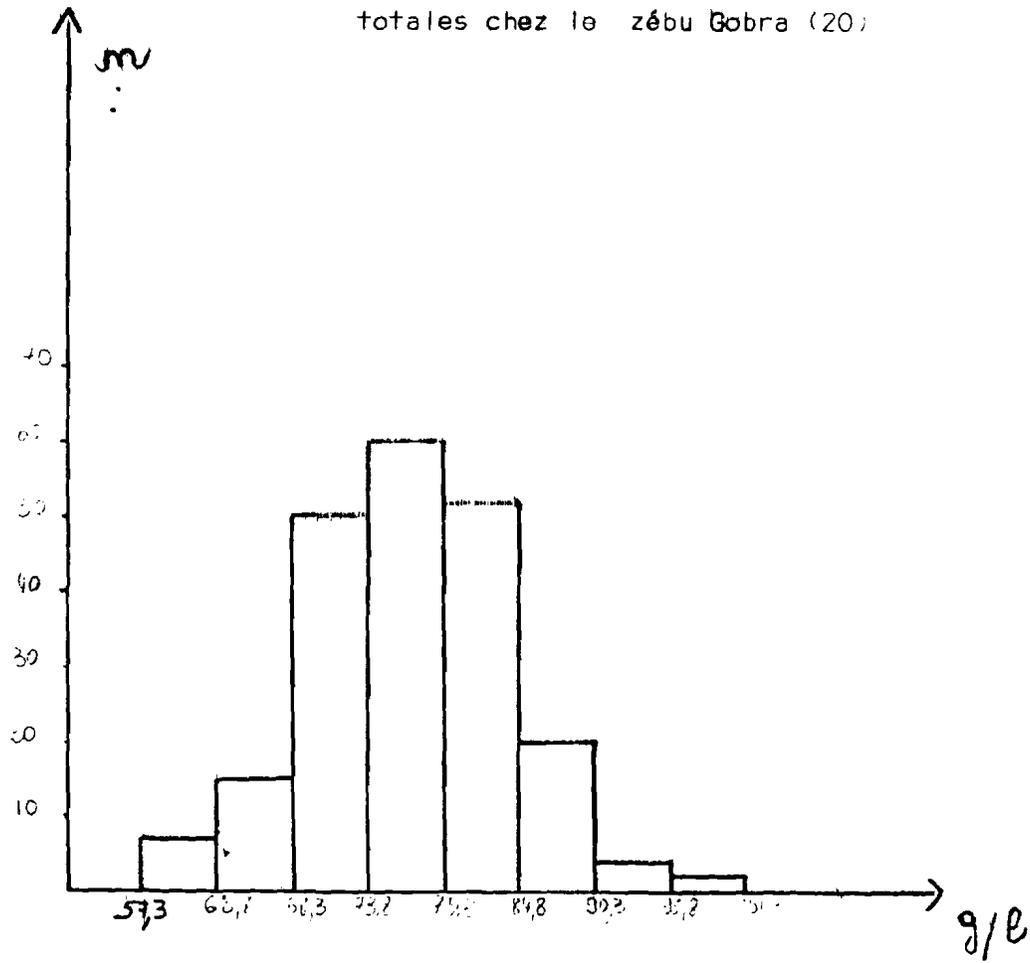


Figure n° 11 : Histogramme représentant la distribution des albumines chez le zébu Gobra

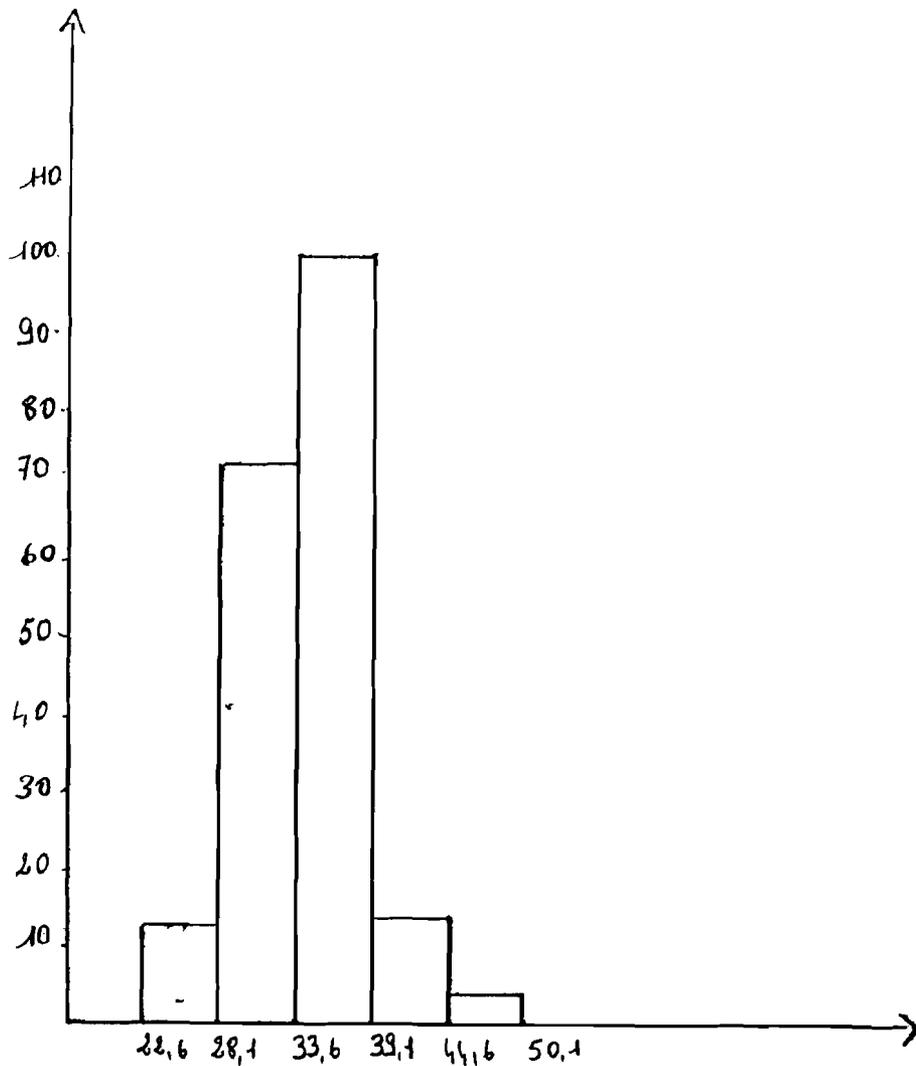


Figure n° 12 : Histogramme représentant la distribution des alpha globulines chez le zébu Gobra

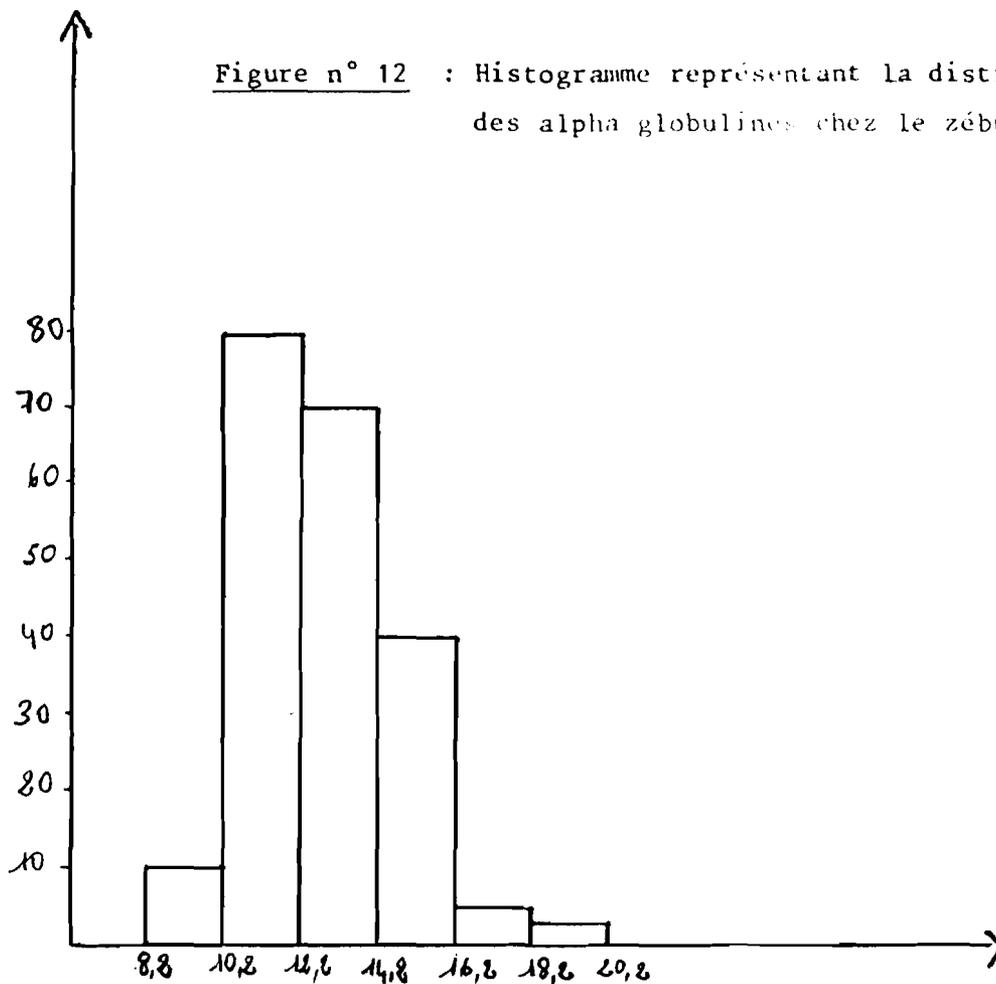


Figure n° 13 : Histogramme représentant la distribution des bêta globulines chez le zébu Gobra.

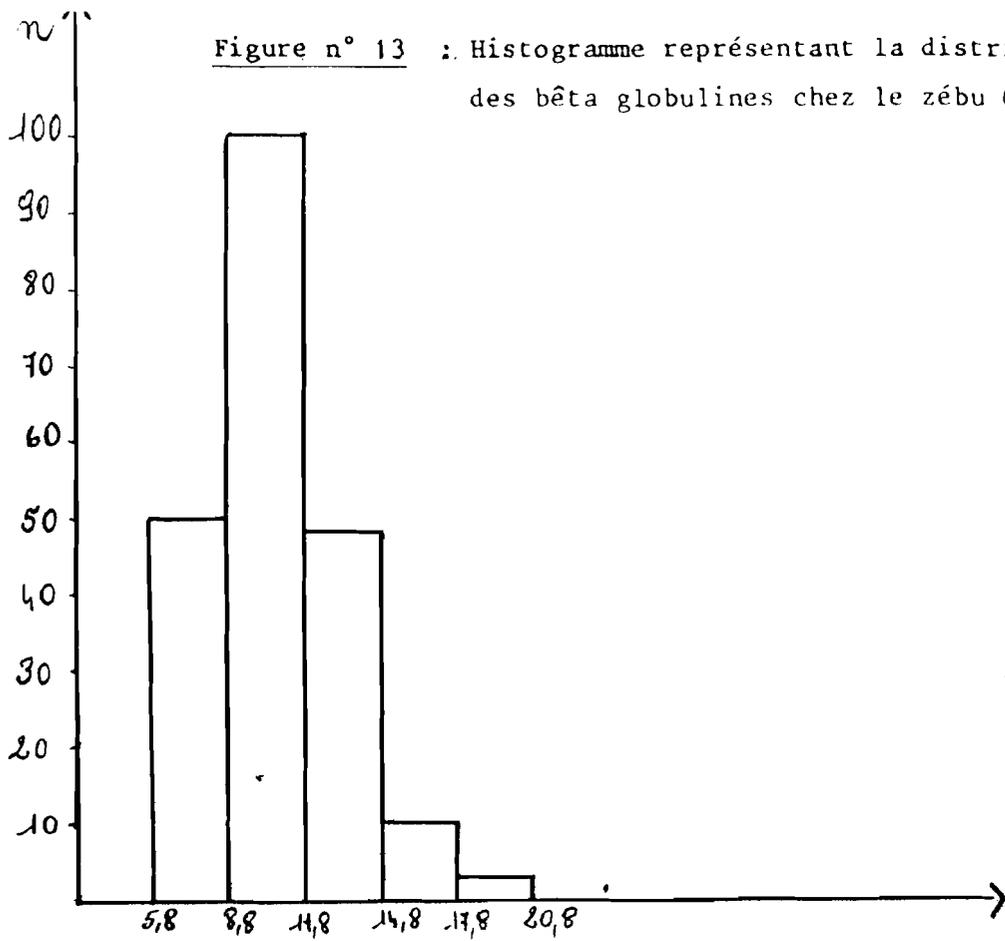


Figure n° 14 : Histogramme représentant la distribution des gamma globulines chez le zébu Gobra

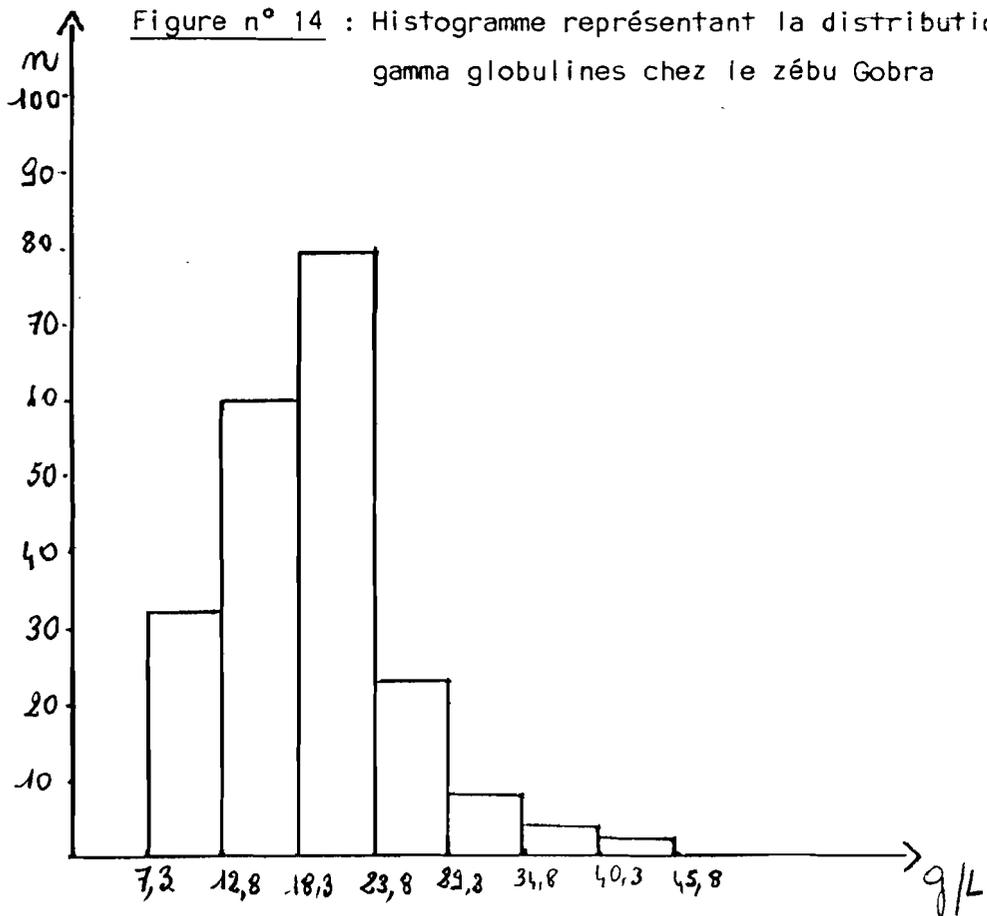


Tableau II : Moyenne m , écart-type S , coefficient de variation $c.v.$,
intervalle de confiance i , sur l'ensemble des effectifs.

		m	S	$c.v$	i
Protéines totales g/l		76,6	5,6	7,3	65,4 - 82,8
Albumines g/l		34,2	3,8	11,4	26,6 - 41,8
Globulines g/l	Alpha	12,8	1,7	13,3	9,4 - 16,2
	Bêta	10,7	2,4	22,4	5,9 - 15,5
	Gamma	18,9	4,8	25,4	9,3 - 28,5

III - INFLUENCE DU SEXE (tableau III, figure 15)

La comparaison des moyennes des valeurs des protéines totales montre que les femelles ont une protéinémie totale supérieure à celle des mâles. Cette supériorité des femelles est imputable aux taux des globulines plus élevés chez ces dernières.

IV - INFLUENCE DE L'AGE

IV.1) Protéines totales (tableaux IV, V - figure n° 16)

La protéinémie totale augmente avec l'âge. En effet, chez les animaux de la classe I, la teneur en protéines totales est inférieure à celle des animaux de la classe II, de la classe III et de la classe IV. Entre la classe II et la classe III, il n'y a pas de différence significative, par contre entre la classe III et la classe IV, il y a une différence significative.

IV.2) Albumines (tableaux IV, V - figure n° 17)

La figure n° 19 montre une augmentation progressive du taux des albumines avec l'âge. Il existe des différences significatives entre les classes I et III, I et IV, et les classes II et IV.

IV.3) Globulines

- Les alpha globulines (tableaux IV et V - figure n° 18)

Elles diminuent progressivement de la classe I à la classe III, puis augmentent de la classe III à la classe IV, mais à un niveau inférieur à celui de la classe I. Ceci explique qu'entre les classes I et IV, II et III, la différence n'est pas significative.

- Les bêta globulines (tableaux IV et V - figure n° 19)

Il n'existe pas de différence significative entre les classes, ce qui nous permet d'avancer que l'âge n'influence pas le taux des bêta globulines dans les conditions de notre étude.

.../...

- Les gamma globulines (tableaux IV et V - figure n° 20)

Cette fraction protéique augmente considérablement de la classe I à la classe II, puis son taux demeure pratiquement constant dans les autres classes d'âge.

NB : L'importance de la protéinémie totale chez les adultes est donc due à l'augmentation des albumines et des gamma globulines avec l'âge.

V - INFLUENCE DU SEXE ET DE L'AGE

V.1) Protéines totales (tableaux VI et VII - figure n° 21)

La comparaison entre les mâles et les femelles de même âge montre que de la classe I à la classe III, la différence n'est pas significative. A partir de la classe III, c'est-à-dire pour la classe IV, la différence entre les moyennes des protéines totales, entre les deux sexes est significative. Les valeurs sont beaucoup plus élevées chez les femelles.

V.2) Albumines (tableaux n° VI et VII - figure n° 22)

Les moyennes des valeurs observées ne présentent pas de différence significative en fonction de la classe d'âge et du sexe. Nous retenons que l'âge et le sexe à la fois n'influencent pas cette fraction protéique dans les conditions de notre étude.

V.3) Les globulines

- Les alpha globulines (tableaux VI et VII - figure n° 23)

Entre les femelles et les mâles de la classe I, on ne note pas de différence significative, tandis que les classes II, III et IV présentent une différence significative. Les moyennes des alpha globulines chez les femelles sont plus élevées dans ces classes d'âge.

- Les bêta globulines (tableaux VI et VII - figure n° 24)

Dans la classe I, il n'y a pas de différence significative entre mâles et femelles, par contre dans les classes II, III, IV, les taux des fractions protéiques sont différents de manière significative entre les mâles et les femelles. Les femelles ont des valeurs plus élevées que les mâles.

- Les gamma globulines (tableaux VI et VII - figure n° 25)

Quelque soit la classe d'âge, il n'y a pas de différence significative dans les valeurs des gamma globulines entre les mâles et les femelles.

Donc l'âge et le sexe à la fois n'influencent pas les gamma globulines.

✎ NB : Les valeurs des alpha globulines et des bêta globulines plus élevées chez les femelles que chez les mâles expliquent la supériorité de la protéinémie totale des femelles de zébu Gobra.

□

INFLUENCE DU SEXE

Tableau n° III : Moyenne (m), écart-type (S), coefficient de variation (c.v), Intervalle de confiance (i), chez les mâles et chez les femelles, des protéines totales, albumines et globulines.

		Mâles				Femelles				Comparaison
		m	S	cv	i	m	S	cv	i	P
Protéines totales g/l		75,4	6,4	8,5	62,6-88,2	77,1	4,8	6,2	67,5-86,7	SI
Albumines g/l		33,9	4,0	11,8	25,9-41,9	34,4	3,6	10,4	27,2-41,6	NSI
Globulines	Alpha	12,4	1,7	13,7	9 -15,8	13,1	1,6	11,9	9,9-16,3	SI
	Bêta	10,4	2,2	21,2	6 -14,8	11,0	2,5	23	6,0-16,0	NSI
	Gamma	18,8	5,9	31,6	7 -30,6	18,9	3,6	19	11,7-26,7	NSI

P = degré de signification à 5 p.100

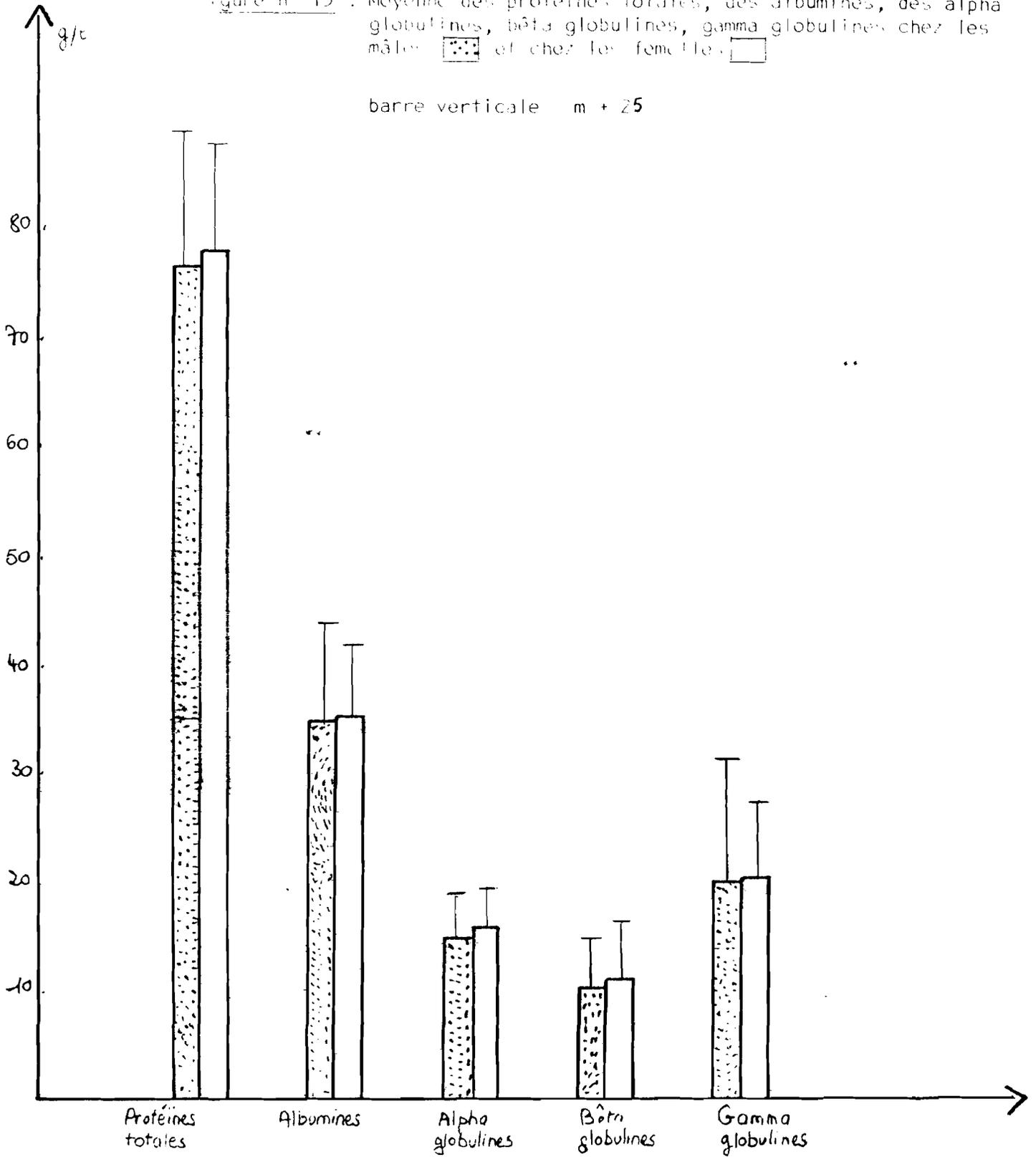
SI = différence significative

NSI = différence non significative.

.../...

Figure n° 15 : Moyenne des protéines totales, des albumines, des alpha globulines, bêta globulines, gamma globulines chez les mâles  et chez les femelles .

barre verticale m + 25



INFLUENCE DE L'AGE

Tableau n° IV : moyenne (m), écart-type (S), coefficient de variation (cv) Intervalle de confiance (I) ($m \pm 2 S$) des protéines totales, albumines et globulines en fonction de l'âge.

		Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	
Protéines totales g/l	m	71,5	78,3	78,8	81,1	
	S	6,1	5	5,9	5,4	
	cv	8,6	6,4	7,4	6,7	
	I	59,3-83,7	68,3-88,3	67 -90,6	70,3-91,9	
Albumines g/l	m	33,1	34	35,6	35,7	
	S	4,4	3,7	3,8	3,9	
	cv	13,2	11	10,6	10,9	
	I	24,3-41,9	26,6-41,4	28,0-43,2	27,9-43,5	
Globulines g/l	Alpha	m	13,2	12,4	12,2	13
		S	1,8	1,5	1,6	1,6
		cv	13,9	12,7	13,3	12,1
		I	9,6-16,8	9,4-15,4	9,0-15,4	9,8-16,2
	Bêta	m	11,3	10,6	10,4	10,2
		S	3,1	2	2,1	1,7
		cv	27,4	18,9	20,6	17,5
		I	5,1-17,5	6,6-14,6	6,2-14,6	6,8-13,6
	Gamma	m	14,1	21,1	20,6	22,2
		S	5,1	4,9	4,6	4,1
		cv	36,2	23,2	22,5	18,5
		I	3,9-24,3	11,3-30,9	11,4-29,8	14 -30,4

INFLUENCE DE L'AGE

Tableau n° V : Comparaison entre les différentes classes ; effectifs (n), degré de signification (P)

			I - II	I - III	I - IV	II - III	II - IV	III - IV
Effectifs	n		143	97	110	98	111	65
Protéines totales	P		SI	SI	SI	NSI	SI	NSI
Albumines	P		NSI	SI	SI	NSI	SI	NSI
Globulines	Alpha	P	SI	SI	NSI	NSI	SI	SI
	Bêta	P	NSI	NSI	NSI	NSI	NSI	NSI
	Gamma	P	SI	SI	SI	NSI	NSI	NSI

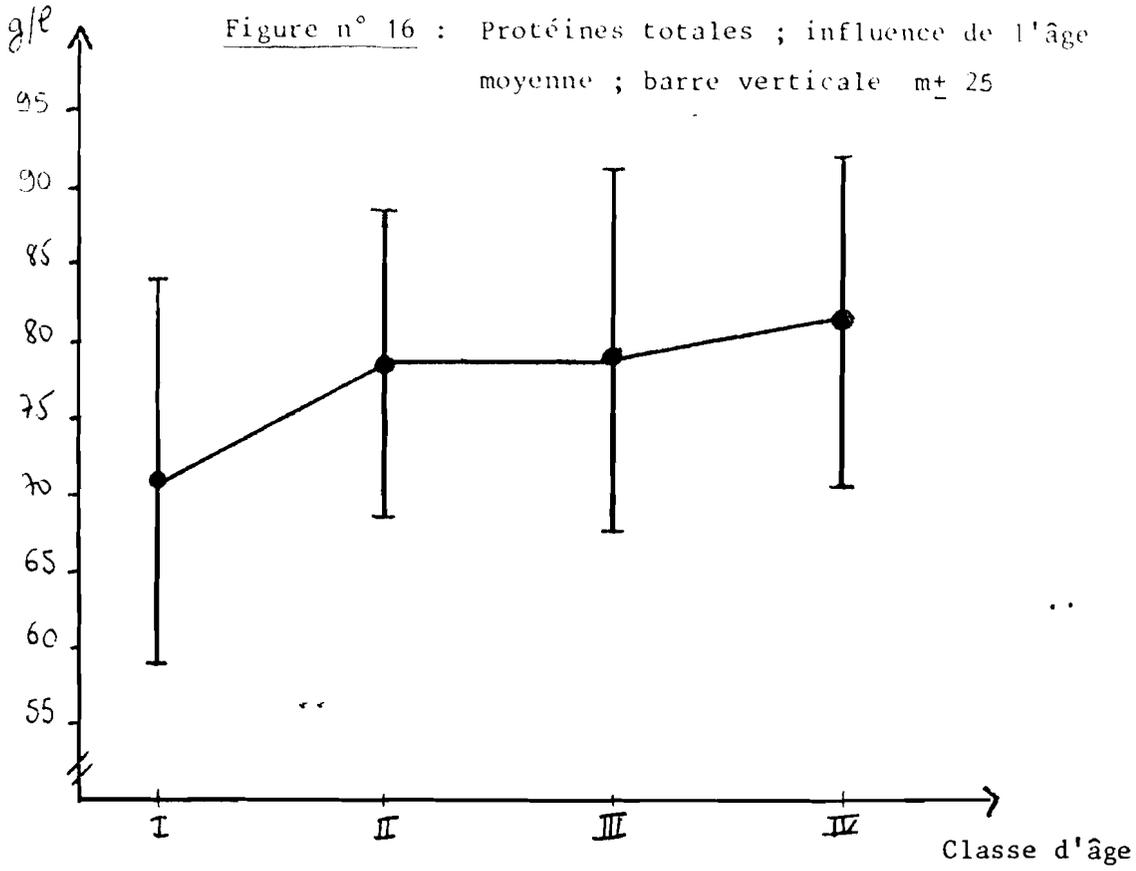
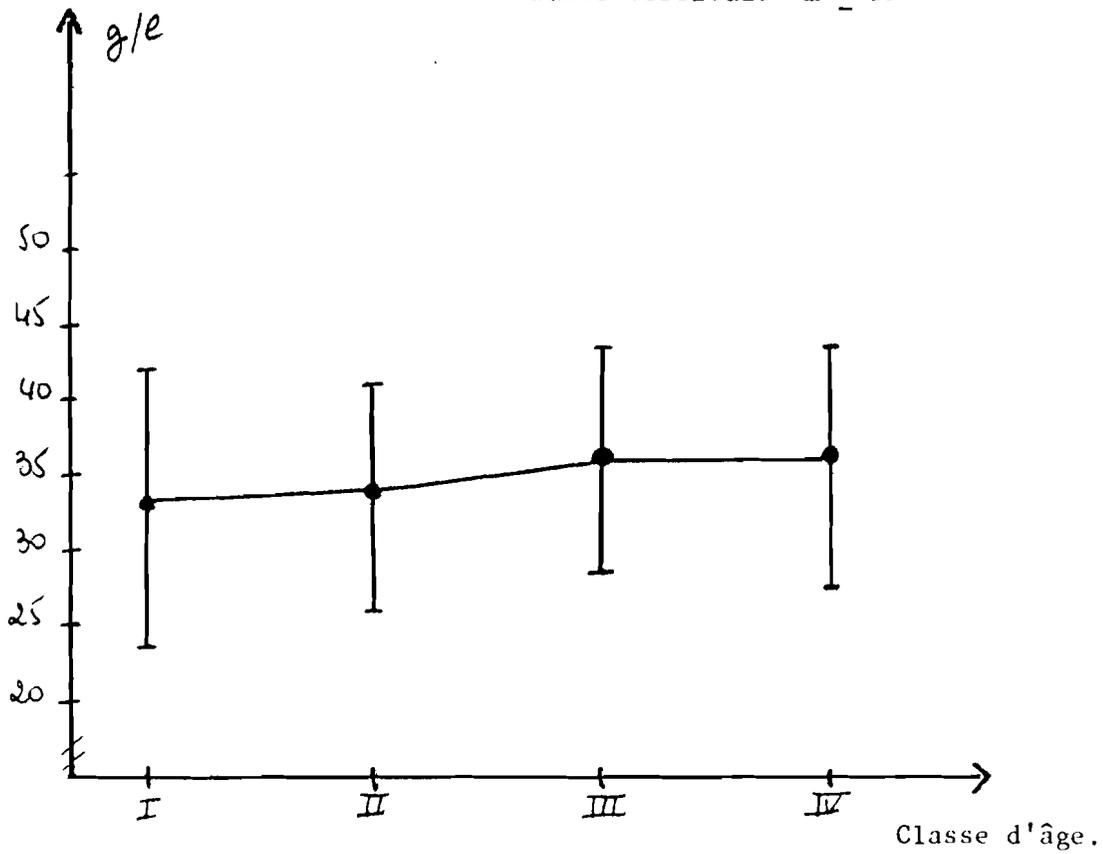


Figure n° 17 : Albumines : influence de l'âge : moyenne. barre verticale $m \pm 25$



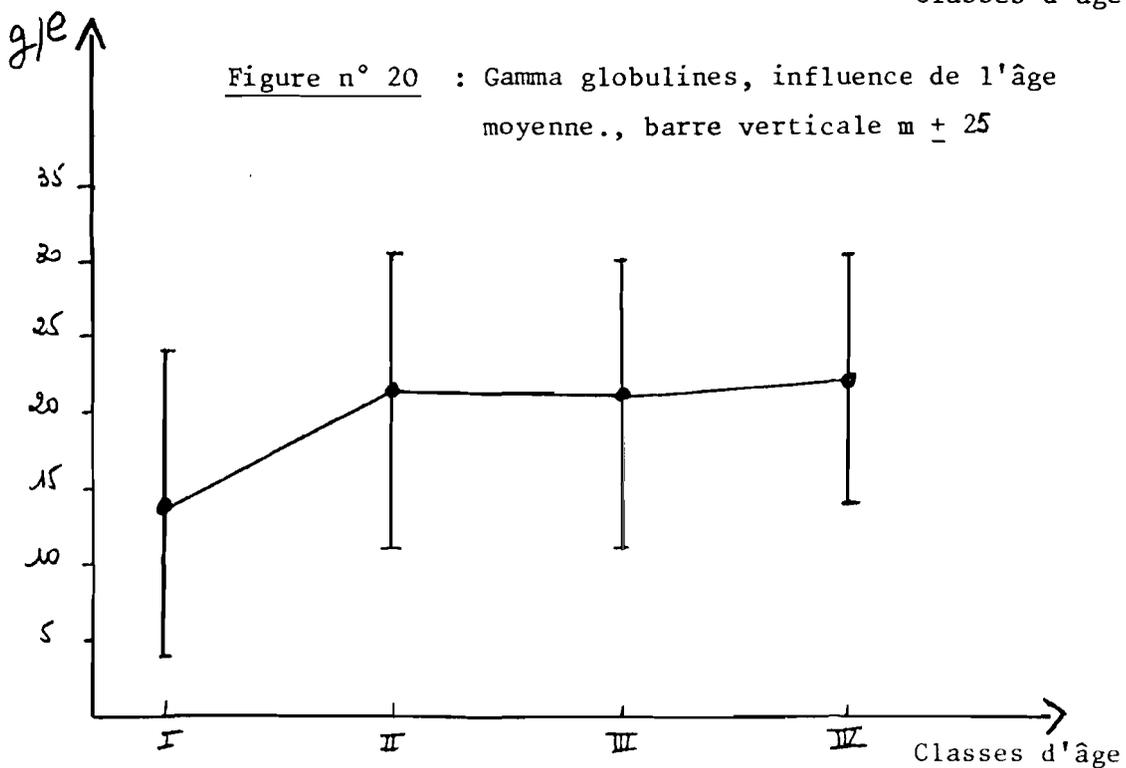
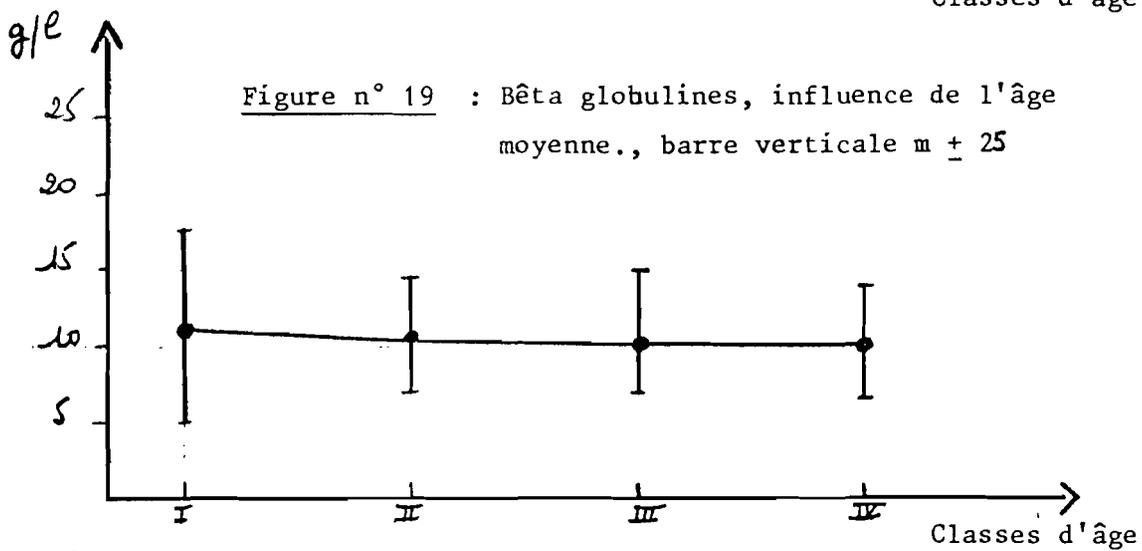
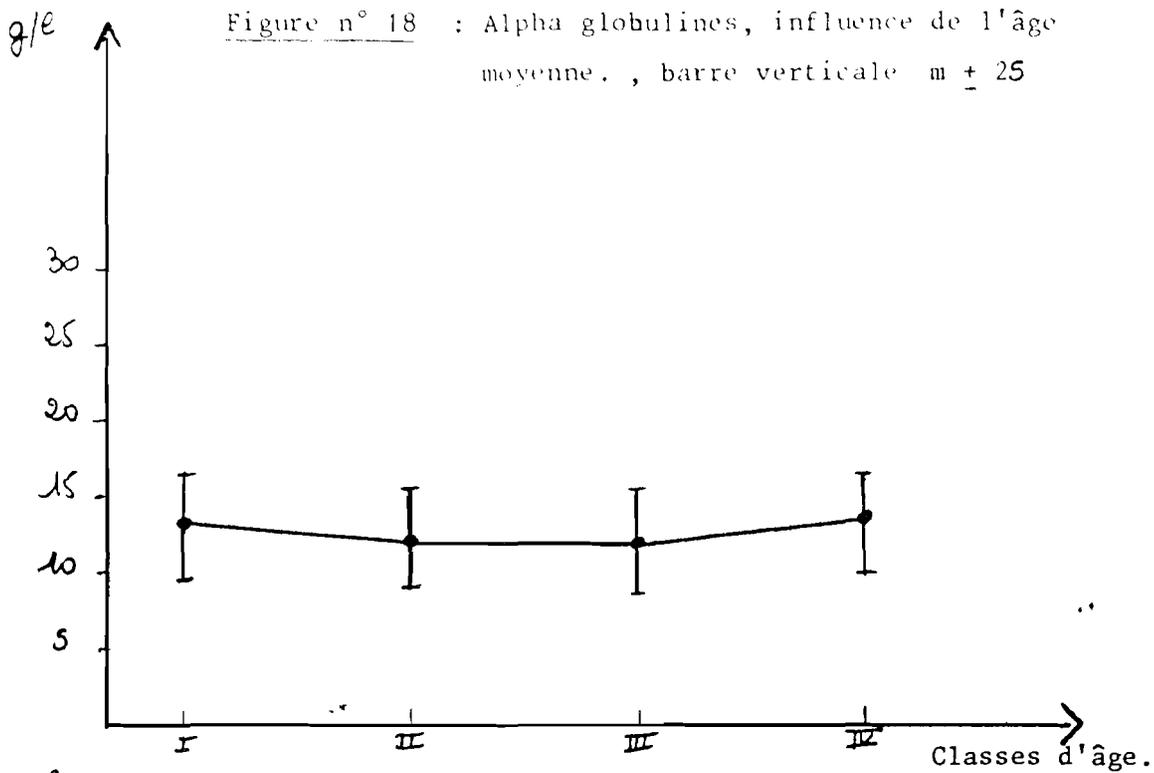


Tableau n° VI : Effectifs(n), moyenne (m), écart-type (S), coefficient de variation (c.v), intervalle de confiance (i), degré de signification (P) en fonction du sexe et de l'âge des protéines totales, des albumines et des globulines.

			Classe I (0,5-1 an)		Classe II (1-2 ans)	
			Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
		n	37	34	33	39
Protéines totales g/l		m	71,6	71,5	78,4	78,2
		S	7,1	4,9	6	4,1
		cv	9,9	6,8	7,6	5,2
		i	57,4-85,8	61,7-81,3	66,4-90,4	70 -86,4
		P	NSi		NSi	
Albumines g/l		m	33	33,2	34,6	33,5
		S	5	3,6	3,4	4
		cv	15	10,8	9,8	11,9
		i	23 -43	26 -40,4	27,8-41,4	25,5-41,5
		P	NSi		NSi	
Globulines g/l	Alpha	m	13,5	12,8	12	12,8
		S	2,1	1,5	1,4	1,7
		cv	15,5	11,7	11,6	13,6
		i	9,3-17,7	9,8-15,8	10,8-14,8	9,4-16,2
		P	NSi		Si	
	Bêta	m	11,6	10,9	10,1	11,1
		S	3	3,2	1,5	2,4
		cv	25,9	29,9	14,8	21
		i	5,6-17,6	4,5-17,3	7,1-13,1	6,3-15,9
		P	NSi		Si	
	Gamma	m	13,8	14,5	21,8	20,6
		S	6,4	3,4	5,9	3,9
		cv	46,4	23,4	27,1	18,9
		i	1 -26,6	7,7-21,3	10 -33,6	12,8-28,4
		P	NSi		NSi	

Tableau n° VII : Effectifs (n), moyenne (m), écart-type (S), coefficient de variation (c.v), Intervalle de confiance (i), degré de signification (P) en fonction du sexe et de l'âge des protéines totales, des albumines et des globulines.

		Classe III (2-3 ans)		Classe IV (> 3 ans)		
		Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
Effectifs	n	11	15	10	29	
Protéines totales g/l	m	77,1	80,1	77,8	82,3	
	S	6,6	5,3	5,5	5,4	
	cv	8,5	6,6	7,1	6,6	
	i	63,9-90,3	69,5-90,7	66,8-88,8	71,5-93,1	
	P	NSi		Si		
Albumines g/l	m	34,7	36,2	34,5	36,1	
	S	1,9	4,7	3,5	4	
	cv	5,4	13	10	11,1	
	i	30,9-38,5	26,8-45,6	27,5-41,5	28,1-44,1	
	P	NSi		NSi		
Globulines g/l	Alpha	m	11,1	13,1	11,2	13,7
		S	1,9	1,4	1,5	1,6
		cv	17,1	10,7	13,4	11,7
		i	7,3-14,9	10,3-15,9	8,2-14,2	10,5-16,9
		P	Si		Si	
	Bêta	m	9,1	11,4	8,4	10,8
		S	1,5	2,5	1,4	1,9
		cv	16,5	21,9	16,7	17,4
		i	6,1-12,1	6,4-16,4	5,6-11,2	7 -14,6
		P	Si		Si	
	Gamma	m	22,3	19,4	23,8	21,6
		S	5,6	3,8	5,6	3,5
		cv	25,1	19,6	23,5	16,2
		i	11,1-33,5	11,8-27	12,6-35	14,6-28,6
		P	NSi		NSi	

.../...

Figure n° 21 : Protéines totales : influence du sexe et de l'âge
. = m , barre verticale $m \pm 2 S$

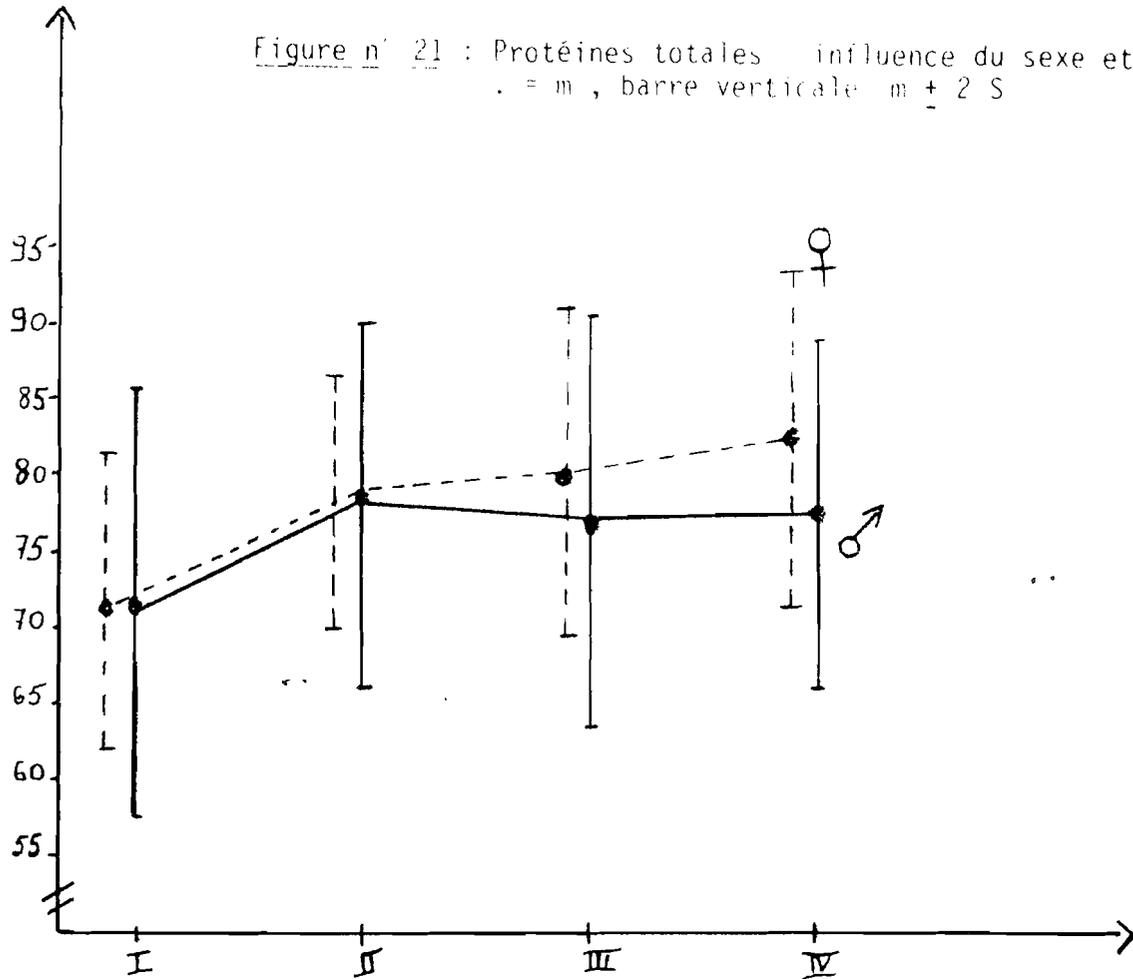


Figure n° 22 : Albumines : influence du sexe et de l'âge
. = m , barre verticale $m \pm 2 S$

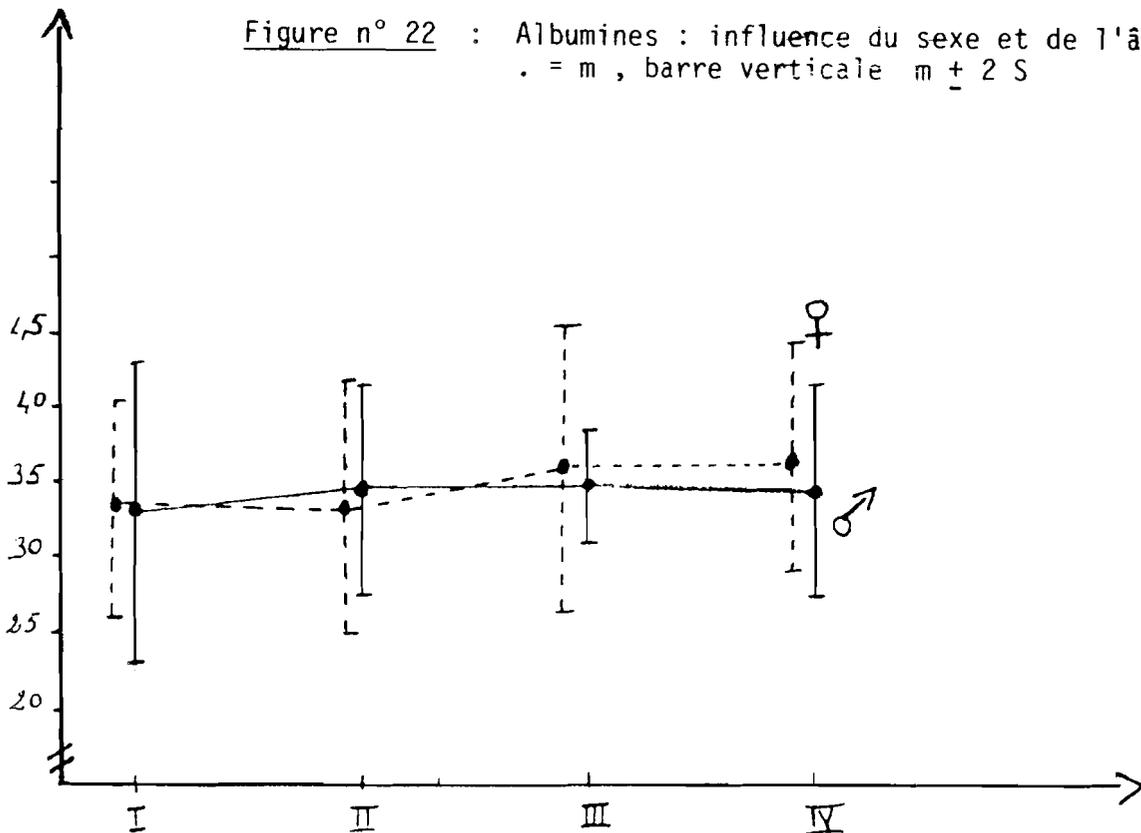


Figure n° 23 : Alpha globulines : influence du sexe et de l'âge
 . = m , barre verticale $m \pm 2 S$

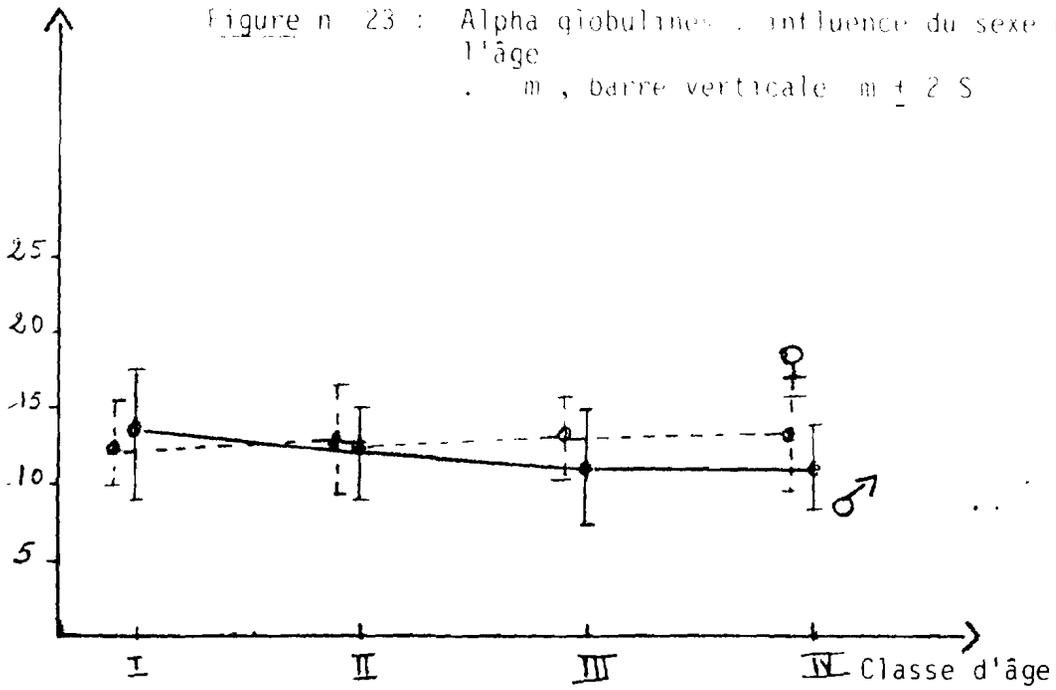


Figure n° 24 : Bêta globulines : influence du sexe et de l'âge
 . = m , barre verticale $m \pm 2 S$

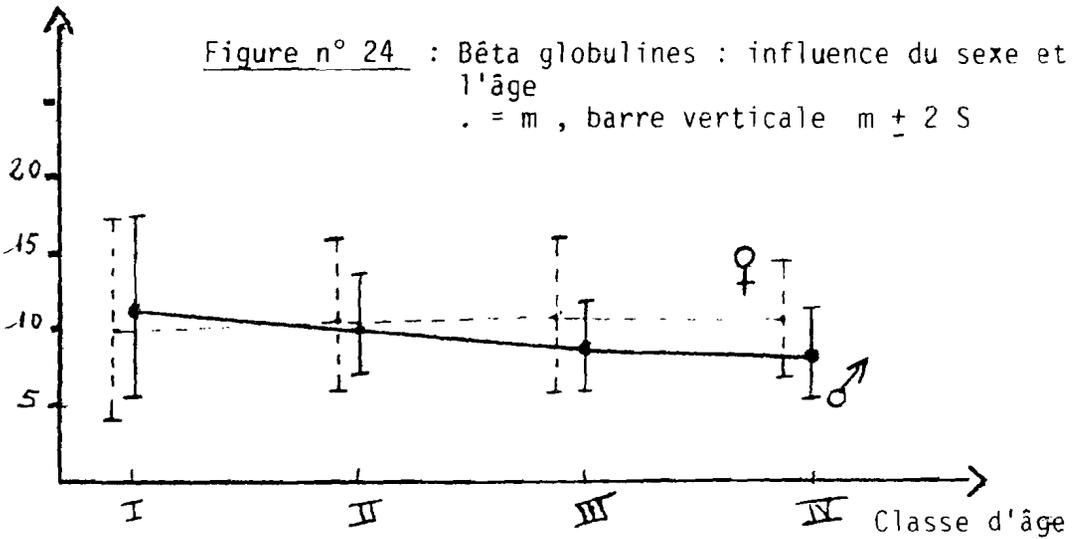
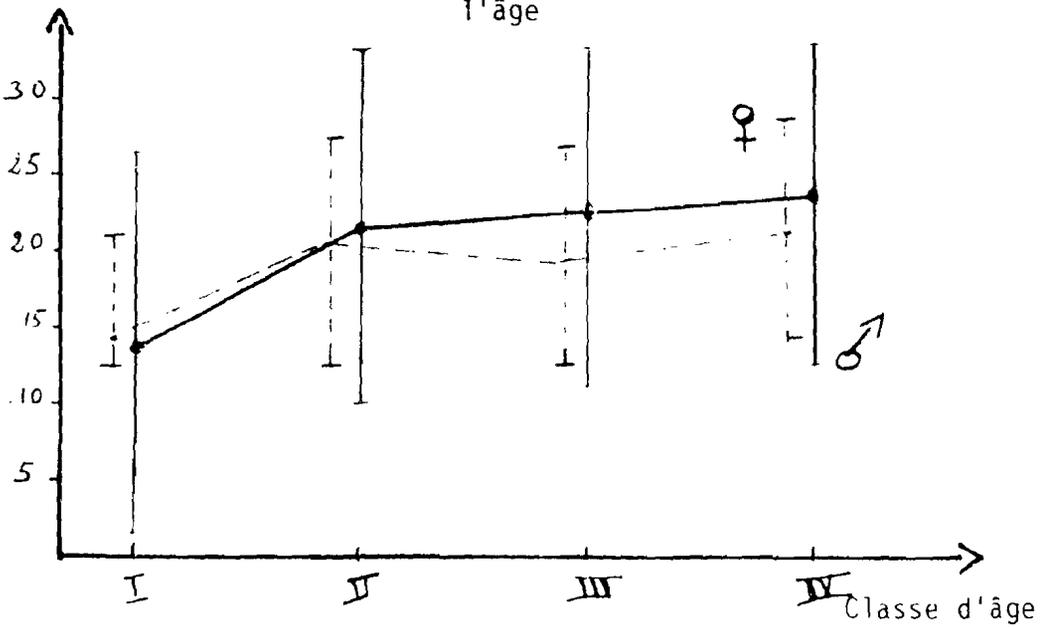


Figure n° 25 : Gamma globulines : influence du sexe et de l'âge



QUATRIEME CHAPITRE

DISCUSSIONS

Ce chapitre sera consacré à la critique de la méthode et à la comparaison de nos résultats avec la bibliographie, étant donné qu'un certain nombre d'auteurs ont déjà abordé le sujet.

I - DISCUSSIONS DE LA METHODE

I.1) Echantillonnage

Les animaux qui nous ont servi de matériel de travail sont des zébus Gobra sélectionnés, bien suivis, regroupés dans une zone bien définie. Il est donc aisé de les distinguer en différents lots homogènes. Ceci explique donc notre choix sur le troupeau de zébus Gobra du CRZ de Dahra.

Le découpage par classe (4 classes) n'est pas indemne de toute reproche, ainsi que la taille des classes, mais cette dernière est souvent imposée par le mode d'élevage qui existe au CRZ de Dahra ; la plupart des mâles à partir d'un certain âge sont réformés.

I.2) Prélèvements

C'est la phase la plus délicate de notre étude, étant donné le nombre d'animaux élevé et les conditions du terrain.

La centrifugation est toujours intervenue dans l'après-midi à la fin des prélèvements.

Pour la conservation des échantillons, nous avons réuni toutes les conditions à savoir le maintien des échantillons en congélation aussi bien pour le transport de Dahra à Dakar que pour celui de Dakar à Toulouse.

I.3) Analyses

Le choix du laboratoire pourtant très éloigné (laboratoire de Biochimie de l'Ecole vétérinaire de Toulouse) est guidé par la recherche d'un laboratoire spécialisé mais aussi par le manque de certains éléments du matériel d'électrophorèse dans le laboratoire de Biochimie de l'Ecole vétérinaire de Dakar.

.../...

II - COMPARAISON AVEC LA LITTERATURE

La littérature contient un certain nombre de travaux sur les zébus, notamment le zébu Gobra du Sénégal, le zébu White Fulani du Nigeria, le zébu malgache, le zébu arabe du Tchad et sur les taurins, en particulier les Ndama et les bovins européens. La comparaison de nos résultats pourra donc se faire avec les travaux précédents sur le zébu Gobra, les autres races de zébus, les taurins et les bovins non tropicaux en général.

II.1) Ensemble des effectifs

II.1.1) Protéines totales (tableaux VIII, IX, X)

Les résultats que nous avons observés (76,6 g/l) sont en concordance avec ceux observés sur les zébus White fulani du Nigeria (75,5 ± 7,9 g/l) par ODUYE et FASANMI (32) et sur le troupeau nigérian en général (20,21,50). Ils sont voisins également de ceux des zébus Gobra du Sénégal (6) prélevés au mois de juillet. Par ailleurs, cette moyenne obtenue concorde avec la moyenne (76 g/l) observée chez les bovins européens (7, 9, 19, 40).

Rappelons que nos prélèvements ont été effectués au mois d'octobre, période d'alimentation favorable. Nos valeurs confirment donc les conclusions de FRIOT et CALVET (19) qui préconisent que le troupeau sénégalais abaisse ses normes vers les valeurs "normales" dans les saisons favorables. Cependant, ces valeurs sont différentes de celles que BOUDERGUES et CALVET (6) ont données pour le mois de janvier (88,2 ± 2,7 g/l) mois qu'ils ont considéré comme la période favorable.

Comparativement au zébu malgache (23) et au zébu arabe du Tchad (45), les résultats sur le zébu Gobra du Sénégal sont inférieurs.

.../...

Avec les taurins Ndama, nous rencontrons les mêmes disparités. Il y a une concordance de nos valeurs avec celles des taurins Ndama du Nigéria ($76,9 \pm 6,3$ g/l) (32) mais ces valeurs sont supérieures à celles trouvées chez les Ndama de Gambie (59) et inférieures à celles trouvées chez les Ndama du Sénégal (19).

II.1.2) Albumines (tableaux VIII, IX, X)

L'albuminémie que nous avons observée chez le zébu Gobra ($34,2 \pm 3,6$ g/l) concorde avec les données de la bibliographie, notamment LABOUCHE et coll. (35, 36) précise que chez les troupeaux sénégalais, l'albuminémie varie de ($27,3 \pm 1,8$ g/l) à ($34,1 \pm 2,7$ g/l) de septembre à janvier. En effet, au mois de janvier, BOUDERGUES et CALVET (6) ont trouvé une valeur de ($32,3 \pm 1,6$ g/l) chez le zébu Gobra. Chez les taurins Ndama de Côte d'Ivoire également LHOSTE et coll. (32) ont noté un taux d'albumine égal à ($31,8 \pm 3,4$ g/l). Chez les bovins non tropicaux, ces résultats sont confirmés par les travaux de GARTNER et coll. (22) et KANEKO (34).

II.1.3) Globulines (tableaux VIII, IX, X)

La comparaison avec la littérature montre que la globulinémie du zébu Gobra du Ferlo est inférieure à celle des zébus malgache et White fulant (23, 32, 44). GAULIER (23) a tenté d'expliquer l'importance des taux de globulines des zébus malgachez par les conditions sanitaires relativement peu favorables de Madagascar où existent nombre de maladies endémiques et de parasitoses.

Les moyennes trouvées chez les taurins dans la littérature sont plus élevées que chez le zébu Gobra du Sénégal. GIDEL (24) en faisant la comparaison zébus - taurins au Burkina Faso trouve des taux plus importants chez les taurins. Il explique cette supériorité par les pourcentages plus élevés des bêta globulines chez ces derniers.

.../...

Chez les bovins non tropicaux MAGAT (40) et COTTEREAU (9) donnent des valeurs qui concordent avec celles que nous avons observées sur le zébu Gobra. Cette concordance de nos résultats avec les bovins non tropicaux peut s'expliquer par les conditions particulières d'élevage du zébu Gobra, notamment les conditions sanitaires favorables. Ce sont des animaux isolés, sans contact avec les troupeaux extérieurs, donc peu exposés aux infestations parasitaires et aux infections.

Tableau n° VIII : Comparaison des moyennes (m) des protéines totales, des albumines, des globulines chez les zébus White fulani, malgache et Gobra

Race		White fulani	Zébu malgache	Zébu Gobra (janvier)	Zébu Gobra (juillet)	Zébu Gobra (octobre)
Protéines totales g/l	m	75,5 ± 7,9	55	88,2 ± 2,7	72,7 ± 4,2	76,6 ± 5,6
Albumines g/l	m	25,6 ± 3,3	20,9	32,3 ± 1,6	20,9 ± 1,8	34,2 ± 3,6
Globuli- nes g/l	Alpha	m = 49,6 ± 8,5	13,5			12,8 ± 1,7
	Bêta		12,8			10,7 ± 2,4
	Gamma		39,8			18,9 ± 4,8
AUTEURS		ODUYE et FASANMI (1971) Cités par HOSTE	GAULIER (23)	BOUDERGUES et CALVET (6)	BOUDERGUES et CALVET (6)	RESULTATS PERSONNELS (TABLEAU 2)

Tableau n° IX : Comparaison des moyennes (m) des protéines totales, des albumines, des globulines chez les taurins Ndama de Côte d'Ivoire, de Gambie, du Nigéria, du Sénégal

Race		Ndama (Sénégal)	Ndama (Gambie)	Ndama (Côte d'Ivoire)	Ndama (Nigéria)	Zébu Gobra
Protéines totales g/l	m	85 ± 0,8	69 ± 4,6	79,6 ± 6,3	76,9 ± 6,3	76,6 ± 5,6
Albumines g/l	m		18 ± 3	31,8 ± 3,4	31,8 ± 3,4	34,2 ± 3,8
Globulines g/l	m		51 ± 6,6	47,8 ± 6,3	47,8 ± 6,3	42,4 ± 3,2
AUTEURS		FRIOT et CALVET (19)	WALSCHÉ et GILLES (59)	HOSTE et Coll. (32)	ODUYE et FASANMI Cités par HOSTE (32)	RESULTATS PERSONNELS TABLEAU 2

Tableau n° X : Comparaison des moyennes (m) des protéines totales, albumines, globulines chez les bovins.

Races			Bovins non tropicaux				Troupeau nigérien	Zébu Gobra
Protéines totales g/l			67,4-74,6	78	70-80,5	70-80,5	77	76,6 ± 5,6
Albumines g/l			30,3-35,5	31	20-30,5	20,7-30,5	34,5	34,2 ± 3,8
Globulines g/l	Alpha	m	7,5- 8,8	47	40-50	40,3-50	52,5	42,4 ± 3,2
	Bêta	m	8,0-11,2					
	Gamma	m	16,9-22,5					
AUTEURS			KANEKO (34)	CAMY (7)	COTTEREAU (9)	MAGAT (40)	GARNER et Coll.(21)	RESULTATS PERSONNELS TABLEAU 2

11.2) Influence du sexe

11.2.1) Protéines totales

Les travaux de ODUYE et FASANMI cités par HOSTE et Coll. (32), confirment nos résultats à savoir, les femelles ont une teneur en protéines totales plus élevée que les mâles. Ceci est dû à une teneur plus élevée en globulines alpha. Par contre, chez les Ndama de Côte d'Ivoire, HOSTE et Coll. (32) trouvent des résultats opposés. Ils ont observé que ce sont les mâles qui ont une protéinémie plus élevée. Cette conclusion avait déjà été tirée par EDWARDS d'après HOSTE et Coll.

11.2.2) Albumines

La littérature ne fait pas état de nos résultats, cependant nous avons tiré la conclusion suivante : cette fraction protéinique ne connaît pas l'effet du sexe.

11.2.3) Globulines

Dans notre étude, l'influence du sexe n'est significative que pour les alpha globulines. Les taux des femelles sont plus élevés. Nous tenterons d'expliquer cette supériorité des femelles dans les paragraphes consacrés à l'influence de l'âge et du sexe.

11.3) Influence de l'âge

11.3.1) Protéines totales (13, 27, 32, 50, 53, 58)

L'effet de l'âge semble indiscutable. La plupart des auteurs confirment que les concentrations en protéines sont plus élevées chez les adultes que chez les jeunes. Nos résultats concordent donc avec ceux publiés par la littérature. ESTRAGNAT et TAINTURIER (13, 53) ont expliqué l'augmentation des protéines totales accompagnée d'une diminution du taux de l'albumine, par une élévation de la teneur en globulines, supports de l'immunité suite aux infections qui peuvent atteindre l'animal

au cours de sa vie. Dans notre analyse, nous notons une augmentation de l'albumine avec l'âge qui semble être physiologique, sans que nous puissions la donner une explication rationnelle. Néanmoins, dans certains cas pathologiques, les taux d'albumines augmentent.

11.3.2) Albumines

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre précédent, notre analyse a révélé une augmentation progressive des albumines.

11.3.3) Globulines

Ce sont surtout les alpha et les gamma globulines qui sont sensibles à l'effet de l'âge. Les alpha globulines diminuent chez les plus jeunes tandis que les gamma globulines augmentent quand on passe des plus jeunes aux plus âgés. Cette augmentation comme nous l'avons déjà signalée s'explique par le fait que les gamma globulines supports de l'immunité, augmentent suite aux infections qui peuvent atteindre l'animal au cours de sa vie. Ces résultats sont bien confirmés dans la littérature (23, 53).

11.4) Influence du sexe et de l'âge

Il s'agit de montrer en fonction d'une classe d'âge donnée, la différence qui pourrait exister entre mâles et femelles. Signalons que la littérature est relativement pauvre concernant l'influence des deux facteurs à la fois.

11.4.1) Protéines totales

L'effet du sexe et de l'âge à la fois n'apparaît que chez les adultes. Ce n'est que chez les animaux supérieurs à 3 ans que la différence est significative entre les mâles et les femelles. Ces dernières ont des valeurs plus élevées.

.../...

11.4.2) Albumines

Les tableaux 6 et 7 montrent que dans les conditions de notre étude, les mâles et les femelles de même âge ne présentent aucune différence significative sur les taux des albumines. L'âge et le sexe à la fois, ne modifient pas cette fraction.

11.4.3) Globulines

Les valeurs des alpha globulines et des bêta globulines sont plus élevées chez les adultes femelles. Cette supériorité des femelles a été constatée par d'autres auteurs notamment chez le zébu White fulani.

Dans l'influence du sexe et de l'âge, nous retenons que ce sont chez les femelles adultes que la teneur des protéines totales est plus élevée. Ceci s'explique par l'augmentation des alpha et des bêta globulines. Cette supériorité des femelles pourrait être liée à des interactions hormonales. En effet, on sait que les oestrogènes en général augmentent l'anabolisme protéidique. Selon VALADARES, 1968 cité par VILLAUME (57), il semble que les oestrogènes induisent la synthèse protéique en levant la repression de la transcriptase.

C O N C L U S I O N S

Le regain d'intérêt porté à l'élevage dans nos pays, le souci de mieux contrôler le diagnostic, la thérapeutique, la prophylaxie et les productions expliquent notre volonté à établir pour nos bovins des valeurs de référence sur lesquelles on peut faire recours lorsque certains problèmes interviennent au niveau du troupeau. Comme le précise FERRANDO, "l'examen par sondage du profil biochimique d'un élevage apparaîtra dans les prochaines années aussi indispensable que la pesée des animaux ou la mesure de leur consommation d'aliments". L'interprétation de ce profil s'effectue à partir des valeurs de référence, d'où l'importance de ces dernières.

Dans les conditions de notre travail, sur une population de zébus Gobra dont les caractéristiques et les conditions d'élevage ont été précisées dans le chapitre intitulé "Matériels et méthodes", nous avons observé les moyennes suivantes :

- sur l'ensemble des effectifs :

Protéines totales : 76,6 g/l ; albumines : 34,2 g/l ; alpha globulines : 12,8 g/l ; bêta globulines : 10,7 g/l ; gamma globulines : 18,9 g/l.

Certaines de ces valeurs varient en fonction du sexe, de l'âge et des deux facteurs à la fois.

- en fonction du sexe :

. Protéines totales : mâles = 75,4 g/l ; femelles = 77,1 g/l
. Alpha globulines : mâles = 12,4 g/l ; femelles = 13,1 g/l.

- en fonction de l'âge

On note une augmentation de la protéinémie des plus jeunes (71,5 g/l) aux plus âgés (81,1 g/l), augmentation due aux gamma globulines qui passent de 14,1 g/l à 22,2 g/l.

- en fonction de l'âge et du sexe :

Ce sont les femelles les plus âgées (> 3 ans) qui ont les moyennes les plus élevées de protéines totales (82,3 g/l contre 77,8 g/l chez les

mâles). Cette supériorité est due aux alpha globulines et aux bêta globulines plus importantes chez ces dernières.

D'une manière générale, ces résultats que nous avons observés concordent avec les travaux déjà effectués, en particulier ceux d'ODUYE et FASANMI sur le zébu White fulani du Nigéria, concernant l'effet du sexe, ceux de HOSTE et Coll. sur les taurins Ndama de Côte d'Ivoire concernant l'effet de l'âge. Ils concordent aussi avec les normes des bovins non tropicaux concernant la protéinémie totale.

Malgré notre volonté, nous avons rencontré un certain nombre de difficultés. Ces difficultés sont dues à l'insuffisance de la littérature de synthèse, à la diversité des facteurs de variation biologiques, à l'absence de centre de santé en médecine vétérinaire et au respect d'un certain nombre de conditions recommandées dans la perspective de l'établissement des valeurs de référence.

Des résultats obtenus à partir de prélèvements plus nombreux et avec une plus grande maîtrise de la méthodologie, nous sommes convaincus, permettront de mieux cerner ces difficultés.

Cette contribution n'est qu'une partie de la tâche loin d'être aisée que le département de Physique et Chimie biologiques et médicales de l'Ecole vétérinaire de Dakar veut mener pour la bonne connaissance de la Biochimie sanguine de nos animaux domestiques.

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

- 1 - ANONYME .- Manipulation d'électrophorèse in cours CES Hematologie et Biochimie, annales 1984.
- 2 - ANONYME .- République française. Ministère des Relations extérieures. Coopération et Développement. Mémento de l'agronome, 1984, 111e édition 1073 - 1084.
- 3 - ANONYME .- SENEGAL - Direction de l'Aménagement du Territoire. Schéma national de l'aménagement du territoire = version préliminaire ; Dakar, 1984, 750 p.
- 4 - ANONYME .- SENEGAL - Institut sénégalais de Recherches agricoles. Centre de Recherches zootechniques de DAHRA - Rapport annuel, 1984
- 5 - AUDIGIE (C.), DUPONT (G.), ZONZAIN (F.) .- Principes des méthodes d'analyse biochimique. Tome 1, 174, Edit. Doin, 190 p.
- 6 - BOUDERGUES (R.), CALVET (H.) .- Protéinogramme des sérums de zébus Gobra au Sénégal. Variations saisonnières. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 1971, 24 (4) : 581 - 586.
- 7 - CAMY (G.) .- La réalisation de profils métaboliques "courts" par le praticien dans le cadre d'une clientèle mixte. Bull. soc. vét. Prat. de France, 1985, 69 : 135 - 141.
- 8 - CORNELIUS (C.E.), KANEKO (J.J.) .- Clinical biochemistry of domestic animals New York academic Press 1, 11e édit., 1970.
- 9 - COTTEREAU (P.), GLEIZE (J.), MAGAT (A.), MOUTHON (G.), PERRIER (J.M.), WOLTER (R) Profils métaboliques en médecine vétérinaire et en médecine humaine. Table ronde, 10 : 873 - 897

.../...

- 10 - DENIS (J.P.), VALENZA (J.) et THIONGANE (A.T.) .- Extériorisation des potentialités du zébu Gobra : Résultats des abattages pratiqués en 1972
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 1972, 26 (4), 49a - 60a.
- 11 - DERNE (S.P.) .- Intérêt diagnostique de l'électrophorèse des protéines sériques du chien. Etude statistique.
Thèse de Doctorat vétérinaire Toulouse, 1979, n° 9.
- 12 - DIAWARA (I.) .- Evolution de l'élevage bovin dans la zone sylvo pastorale du Sénégal (1911 - 1980).
Thèse de Doctorat vétérinaire Dakar, 1984, n° 23.
- 13 - ESTRAGNAT (P.) .- Signification des profils métaboliques de la chèvre.
Mémoire de fin d'étude, septembre 1982, ENV Nantes.
- 14 - FERRANDO (R.) .- Profils biochimiques, semiologie et élevage moderne.
Cah. Méd. vét. 1971, 40 : 47 - 56.
- 15 - FICHOT (J.F.) .- Etude électrophorétique des protéines sériques du cheval.
Thèse de Doctorat vétérinaire Lyon, 1970, n° 25.
- 16 - FINE (J.M.), ROFARTZ (C.) .- Techniques d'électrophorèse de zones.
Edit. Tourelle 94, 285 p.
- 17 - FORCINAL (P.H.P.) .- Contribution à l'étude du protéinogramme d'équidés atteints d'anémie infectieuse.
Thèse de Doctorat vétérinaire, Alfort, 1977, n° 59.
- 18 - FREDJ (J.) .- Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques sanguins chez la chèvre de race locale en Tunisie.
Thèse de Doctorat vétérinaire Tunisie, 1985, n° 250.
- 19 - FRIOT (D.), CALVET (H.) .- Biochimie et élevage au Sénégal.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 1973, 26 (4) : 75a - 98a.

- 20 - GARNER (R.J.) .- Variations in serum protein levels in cattle.
J. comp. Path. 1952, 62, 279 - 286.
- 21 - GARNER (R.J.), UNSWORTH (K.) .- Seasonal variations in the blood picture of Nigerian cattle.
The vet. rec. 195, 65 : 228 - 231.
- 22 - GARTNER (R.J.W.), RYLEY (J.W.), BEATTIE (A.W.) .- Values and variations of blood constituents in grazing Hereford cattle.
Res. vét. Sci., 1966, 7 : 424 - 434.
- 23 - GAULIER (R.) .- Etude biochimique, biophysique et cytologique du sang de zébus malgaches (animaux d'abattoirs).
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1970, 23 (4) : 469 - 477
- 24 - GIDEL (R.) .- Etude électrophorétique quantitative en gélose des protéines sériques des bovins.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1962, 15 (3) ; 259 - 263.
- 25 - GROULADE (J.), GROSLAMBERT (Mme PAULE) .- Contrôle des protéines de l'urine et du liquide céphalo-rachidien.
Ann. biol. clin., 1960, 18 : 205 - 213.
- 26 - GROULADE (J.), GROSLAMBERT (Mme PAULE), GROULADE (P.) .- Electrophorèse des protéinuries du chat.
Bull. soc. sc. vét. et méd. comparée, Lyon, 1978, 5
- 27 - GROULADE (P.) .- Micro-électrophorèse sur papier.
(Notes cliniques) 210 - 219.
- 28 - GROULADE (P.) .- Aperçu sur l'électrophorèse des protéines sériques chez le chien et le chat.
Bull. de l'asso. franç. des vétérinaires microbiologistes, immunologistes et spécialistes des maladies infectieuses, 1973, 12 : 69 - 93.

- 29 - GROULADE (P.) .- L'électrophorèse des protéines sériques dans les affections chroniques chez le chien - Aperçus.
Prat. méd. et chirurg. de l'animal de compagnie, 1985, 20
(6) : 569 - 576.
- 30 - GUELFY (J.F.), FLORIO (R.) .- De l'électrophorèse des protéines sériques et urinaires en pathologie canine.
Rev. Méd. vet., 1974, 2 (1) : 1 - 26.
- 31 - HENSEN (J.B.) .- Immuno-électrophoretic pattern of normal horse serum with the demonstration of bêta globulin types.
Am. J. vet. Res., 1964 : 1706 - 1711.
- 32 - HOSTE (C.), LAMOTTE DENIS (C.), DESLANDES (P.) :- Etude comparative de la protéinémie et de trois électrolytes sériques chez des taurins Ndama et Baoulé de Côte d'Ivoire.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1983, 36 (1) : 71 - 78.
- 33 - KAMARA (B.) .- Etude comparative de trois méthodes de synchronisation des chaleurs chez la femelle zébu Gobra.
Thèse de Doctorat vétérinaire Dakar, 1985, n° 16.
- 34 - KANEKO (J.J.) .- Standard values in domestic animals, Department of clinical pathology. University of California Davis, 1973 : 792 - 796.
- 35 - LABOUCHE (C.) .- La protéinémie chez la vache.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1964, 17, (4) : 721 - 745.
- 36 - LABOUCHE (C.), AMALOU (P.), CALVET (H.) .- Variations physiologiques de l'albumine sérique chez la vache adulte en milieu tropical.
C.R. soc. biol., 1963, 157 : 1472 - 1475.
- 37 - LARRAT (R.), PAGOT (J.), VANDENBUSCHE (J.) .- Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical.
Minist. franç. Coop. 1971, 499 - 513.

- 38 - LEHNINGER .- Principes de biochimie.
Edit. Flammarion - Médecine - Sciences : 1006 p.
- 39 - LOUISOT (P.) .- Biochimie générale et médicale - Structurale, métabolique, semeiologique.
Edit. Simep., 1008 p.
- 40 - MAGAT (M.), MOUTHON (G.) .- Les principes des profils métaboliques et de leur utilisation.
Rev. Méd. vét. 1977, 128 (6) : 763 - 774.
- 41 - MED MONCEF (B.B.) .- Contribution à l'établissement de quelques paramètres biochimiques sanguins chez les bovins de race locale en Tunisie
Thèse de Doctorat vétérinaire Tunisie, 1984, n° 214.
- 42 - METAIS et COLL. - Biochimie clinique.
Tome 2, Biochimie métabolique, 279 p.
- 43 - NDIAYE (V.) .- "Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux". Cas du Sénégal.
Thèse de Doctorat vétérinaire Dakar, 1985, n° 21.
- 44 - OGUNRINADE (A.), FAJINMI (J.), ADENAIKE (A.) .- Biochemical indices in white fulani (Zebu) cattle in Nigeria.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1981, 34 (4) - 413 - 415.
- 45 - QUEVAL (R.) .- Contribution à l'étude quantitative des protéines sériques du Zébu arabe de Tchad.
Lab. cent. de Rech. vét. de Farcha, 1959.
- 46 - RAYNAL (J.) .- Etude botanique des pâturages du CRZ de Dahra-Djoloff (Sénégal)
ORSTOM, Paris, 1964.
- 47 - RICO ET COLL. - Valeurs usuelles et valeurs de référence.
Rev. Méd. vét. 1979, 7 (155) : 645 - 647.

- 48 - RICO (A.G.), BRAUN (J.B.), BENARD (P.), BURGAT-SACAZE .- Valeurs de référence et valeurs usuelles en biologie animale.
Biologie prospective - 5e colloq intern. Pont-A-Mousson
Masson Ed., 1983 : 1073 - 1075.
- 49 - RIDOUX (R.) .- Etude de quelques paramètres biochimiques sanguins de la chèvre.
Thèse de Doctorat vétérinaire, Alfort, - 1981, n° 94.
- 50 - ROSS (J.G.) .- Normal-serum albumen values in Nigerian zebu cattle.
The vet. rec., 1960, 72, 159 - 166.
- 51 - ROUGEMOUX (J.), DOUTRE (M.P.) .- Etude immuno-électrophorétique du serum de zébu Gobra au Sénégal. Possibilités de variations saisonnières qualitatives.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1971, 24 (2) : 210 - 213.
- 52 - SCHWART (D.), LÉZAR (P.) .- Eléments de statistique médicale et biologique.
Edit. Flammarion, 144 p.
- 53 - TAINTURIER (D.) .- Variations de certains paramètres biochimiques sériques de la vache laitière pendant la gestation et les deux premiers mois de lactation.
Thèse de Doctorat vétérinaire, 3e Cycle, Toulouse, 1981.
- 54 - TAPERNOUX (A.), MAGAT (A.), GONNET (M.) .- Les principes de la méthode électrophorétique, application aux sérums des animaux domestiques.
Rev. Méd. vét. 1954, 35 : 402 - 412.
- 55 - TRAEGER (J.), REVILLARD (J.P.), MANUEL (Y.) .- Intérêt pratique de l'étude électrophorétique des protéines urinaires.
Rev. prat. 1966, 16 : 4027 - 4038.
- 56 - VALENZA (J.), DIALLO (A.K.) .- Etude des pâturages naturels du Nord Sénégal
Lab. nat. Elev. Recherch. vét. Dakar, 1972.

- 57 - VUILLAUME (R.) .- Biochimie des Hormones.
Comité français de l'AMV, ENV Alfort, 100 p.
- 58 - WALDERN (D.E.), PETERSON (R.G.) .- Repeatabilities of serum constituents in
Holstein - Friesians affected by feeding, age, lactation and
pregnancy.
J. Dairy Sc. 1981, 64 : 822 - 831.
- 59 - WALSH (S.L.H.), and GILLES (H.M.) .- Haematological and biochemical obser-
vations on a herd of Gambian cattle.
J. comp. path. 1962, 72 : 439 - 449.

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
<u>Introduction</u>	01
<u>PREMIER CHAPITRE</u> : Synthèse bibliographique	04
I. <u>Généralités sur l'électrophorèse</u>	05
1.1. Définition	
1.2. Historique	
1.3. Principe de l'électrophorèse	
II. <u>Les différentes techniques d'électrophorèse</u>	08
11.1. Electrophorèse de frontière	
11.2. Electrophorèse de zone	
III. <u>Applications de l'électrophorèse</u>	13
111.1. Applications analytiques	
111.2. Applications médicales.	
<u>DEUXIEME CHAPITRE</u> : Matériels et méthodes	17
I. <u>Les matériels</u>	18
1.1. Le matériel animal	
1.2. Le matériel technique	
II. <u>Les méthodes</u>	23
11.1. Le mode de prélèvement	
11.2. Le traitement	
11.3. Analyse des prélèvements	
11.4. Le traitement statistique.	

.../...

<u>TROISIEME CHAPITRE</u> : Résultats	30
I. <u>Protéinogrammes et profils électrophorétiques chez le Zébu Gobra</u>	31
1.1. Protéinogrammes	
1.2. Profils électrophorétiques.	
II. <u>La distribution sur l'ensemble des effectifs, des protéines totales et des différentes fractions</u>	33
11.1. Protéines totales	
11.2. Albumines	
11.3. Alpha globulines	
11.4. Bêta globulines	
11.5. Gamma globulines	
III. <u>Influence du sexe</u>	38
IV. <u>Influence de l'âge</u>	38
IV.1. Protéines totales	
IV.2. Albumines	
IV.3. Globulines	
V. <u>Influence du sexe et de l'âge</u>	39
V.1. Protéines totales	
V.2. Albumines	
V.3. Globulines	

<u>QUATRIEME CHAPITRE</u> : Discussions	51
I. <u>Discussions de la méthode</u>	52
1.1. Echantillonnage	
1.2. Prélèvements	
1.3. Analyses	
II. <u>Comparaison avec la littérature</u>	53
II.1. Ensemble des effectifs	
II.2. Influence du sexe	
II.3. Influence de l'âge	
II.4. Influence du sexe et de l'âge	
<u>Conclusions</u>	62
<u>Bibliographie</u>	65

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"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".

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

LE CANDIDAT

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 DU CONSEIL PROVISOIRE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR