

ANNÉE 1990 N° 16



**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES EFFETS DE  
L'ALIMENTATION SUR LA BIOCHIMIE PLASMATIQUE  
CHEZ LE ZEBU GOBRA**



ECOLE INTER-ÉTATS  
DES SCIENCES ET MÉDECINE  
VÉTÉRINAIRES DE DAKAR  
BIBLIOTHEQUE

**T H E S E**

présentée et soutenue publiquement le 11 Juillet 1990  
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar  
pour obtenir le grade de DOCTEUR VÉTÉRINAIRE  
(DIPLOME D'ÉTAT)

par

**Alhadji Abdoulaye OUMAROU**  
né en 1964 à SAGOU (BURKINA FASO)

- Président du jury** : Monsieur François DIENG  
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeur et Rapporteur de Thèse** : Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres** : Monsieur Théodore ALOGNINOUBA  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Monsieur Louis Joseph PANGUI  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar

# **LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT**

## **\* PERSONNEL A PLEIN TEMPS**

### **1-ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE**

Kondi M.	AGBA	Maître de Conférences Agrégé
Jacques	ALAMARGOT	Assistant
Amadou	NCHARE	Moniteur

### **2- CHIRURGIE-REPRODUCTION**

Pape El Hassane	DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Frank	ALLAIRE	Assistant
Nahé	DIOUF (Melle)	Moniteur

### **3-ECONOMIE-GESTION**

CHEICK	LY	Assistant
--------	----	-----------

### **4- HYBIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE**

Malang	SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Ibrahime	SALAMI	Moniteur

### **5- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE-INFECTIEUSE**

Justin Ayayi	AKAKPO	Maître de Conférences Agrégé
Rianatou	ALAMBEDJI (Mme)	Assistante
DRISSOU-BAPETEL		Moniteur

### **6- PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE**

Louis Joseph	PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean	BELOT	Assistant
Charles	MANDE	Moniteur

### **7- PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE ET CLINIQUE AMBULANTE**

Théodore	ALOGNINOUBA	Maître de Conférences Agrégé
Roger	PARENT	Maître-Assistant

Jean	PARANT	Maître-Assistant
Yalacé Y.	KABORET	Assistant
Lucien	MBEURNODJI	Moniteur

#### **8- PHARMACIE-TOXICOLOGIE**

François Adébayo	ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Moctar	KARIMOU	Moniteur

#### **9- PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE**

Alassane	SERE	Professeur titulaire
Moussa	ASSANE	Maître-Assistant
Mohamadou M.	LAWANI	Moniteur
Lota Dabio	TAMINI	Moniteur

#### **10- PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUE ET MEDICALES**

Germain Jérôme	SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
ADAM	ABOUNA	Moniteur

#### **11- ZOOTECHNIE-ALIMENTATION**

Kodjo	ABASSA	Assistant
Mobinou A.	ALLY	Moniteur

#### **CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES**

Tchala	KAZIA	Moniteur
--------	-------	----------

**\* PERSONNEL VACATAIRE**

**- Biophysique**

René	NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Jacqueline	PIQUET (Mme)	Chargée d'enseignement Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Alain	LECOMTE	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Sylvie	GASSAMA (Mme)	Maître de Conférences Agrégée Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP

**\* PERSONNEL EN MISSION**

(Prévu pour 1989-1990)

**- PARASITOLOGIE**

Ph.	DORCHIES	Professeur ENV -TOULOUSE
L.	KILANI	Professeur ENV SIDI THABET (TUNISIE)
S.	GEERTS	Professeur Institut Médecine Vétérinaire Tropicale -ANVERS (Belgique)

**- PATHOLOGIE PORCINE ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE**

A.	DEWAELE	Professeur Faculté Vétérinaire de CURCHEM Université de LIEGE (Belgique)
----	---------	--

**- PHARMACODYNAMIE**

H. BRUGERE                      Professeur ENV - ALFORT

**- PHYSIOLOGIE**

J. FARGEAS                      Professeur ENV - TOULOUSE

**- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE**

J. OUDAR                      Professeur ENV-LYON

Nadia HADDAD (Melle)              Maître de Conférences Agrégée  
ENV - SIDI THABET (TUNISIE)

**- PHARMACIE -TOXICOLOGIE**

L. EL BAHRI                      Professeur  
ENV -SIDI THABET  
(TUNISIE)

M.A. ANSAY                      Professeur  
Faculté de Médecine Vétérinaire  
Université de LIEGE (Belgique)

**- ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE**

F. CRESPEAU                      Professeur ENV - ALFORT

**- DENREOLOGIE**

M. ECKHOUTE                      Professeur ENV-TOULOUSE

J. ROZIER                      Professeur ENV - ALFORT

**- CHIRURGIE**

A. CAZIEUX                      Professeur ENV- TOULOUSE

JE DEDIE CE TRAVAIL . . .

=====

A ALLAH LE TOUT PUISSANT

A LA MEMOIRE DE MON PERE

Je t'admiraïs et je t'aimais beaucoup et je ne me  
consolerai jamais de n'avoir pu t'offrir que ce témoignage  
posthume de ma reconnaissance et de mon affection.  
Repose en paix.

A MA MERE

Je te dois beaucoup, je le sais. Amour filial.

A MA FIANCEE

En gage de tout mon amour.

A MES FRERES ET SOEURS

A BOUREIMA : in memoriam

A MON ONCLE ET FAMILLE

A MES TANTES

A MES NEVEUX et NIECES, COUSINS et COUSINES.

A LY BARKE GUEDE et FAMILLE : Toute ma reconnaissance.

A ALKADRY AMADOU et FAMILLE : toute ma reconnaissance.

A HAMA HAMIDOU

Plus qu'un ami, tu es un frère. A ton épouse et à ton  
enfant.

A ASMANA DROHO

En souvenir du temps passé ensemble aux collèges -  
à ta famille.

A TANGOGA et FAMILLE A DORI

A TOUS MES AMIS

AUX VILLAGEOIS

A TOUS CEUX QUI M'ONT ENSEIGNE

.. ---

AUX ETUDIANTS VETERINAIRES A DAKAR  
AUX ETUDIANTS BURKINABE. A DAKAR  
A LA PROMOTION YACINE NDIAYE (17<sup>e</sup> PROMOTION E.I.S.M.V.)  
et son PARRAIN.  
A TOUS LES BURKIKABE. A DAKAR.  
AU BURKINA FASO, MON PAYS  
AU SENEGAL "TERRE DE LA TERANGA".

A NOS MAITRES ET JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR François DIENG

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

Pour le très grand honneur que vous nous avez fait d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGE Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de DAKAR.

Pour nous avoir suggéré le sujet de notre thèse, pour les conseils éclairés que vous nous avez prodigués et l'attention bienveillante portée à l'élaboration de ce travail.

Trouvez ici l'assurance de notre vive reconnaissance.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGE Théodore ALOGNINOUIWA

Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de DAKAR.

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir faire parti de notre jury de thèse.

Veillez trouver ici l'expression de notre estime et de notre reconnaissance.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGE Louis Joseph PANGUI

Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de DAKAR.

C'est pour nous un honneur et un réel plaisir de vous compter parmi les membres de notre jury de thèse malgré vos multiples occupations.

Sincères remerciements et profonde gratitude.



NOS REMERCIEMENTS  
=====

A L'ENSEMBLE DU PERSONNEL du CRZ de DAHRA et son DIRECTEUR

AU DOCTEUR DIOP

A Monsieur Antoine SARR et FAMILLE

A Monsieur SADIO

A Mme. DIOP

A Mme. DIOUF

A Monsieur DOUDOU

AUX BERGERS DE LA FERME DE SANGALKAM ET DE LA CLINIQUE.

**" 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 " .**

TABLE DES MATIÈRES  
=====

	<u>PAGES</u>
<u>INTRODUCTION</u> .....	1
<u>PREMIÈRE PARTIE - SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</u> .....	3
<u>=====</u>	
<u>CHAPITRE PREMIER : EFFETS DES APPORTS ALIMENTAIRES</u>	
1 - <u>Effets d'un apport alimentaire équilibré</u> .....	4
1.1 - Chez le veau avant sevrage (veau préruminant).	4
1.2 - Chez le veau après sevrage (veau ruminant)....	4
1.3 - Chez l'adulte en production.....	5
2 - <u>Déséquilibre alimentaire</u> .....	5
2.1 - Effets d'une sous-alimentation.....	6
2.1.1 - Chez le veau avant sevrage (veau préruminant)	6
2.1.2 - Chez le veau après sevrage (veau ruminant)..	7
2.1.3 - Chez l'adulte en production.....	7
2.2 - Effets d'un excès d'apport	
2.2.1 - Chez le veau avant sevrage (veau préruminant)	8
2.2.2 - Chez le veau après sevrage (veau ruminant)..	8
2.2.3 - Chez l'adulte en production.....	8
<u>CHAPITRE DEUXIEME : BIOCHIMIE SÉRIQUE</u>	
1 - <u>Les constituants minéraux sériques</u> .....	10
1.1 - Généralités.....	10
1.2 - le calcium (Ca) et le Phosphore (P).....	11
1.2.1 - Répartition et rôles dans l'organisme.....	11
1.2.1.1 - Le calcium.....	11
1.2.1.2 - le phosphore.....	12
1.2.2 - Le métabolisme phosphocalcique.....	12
1.2.2.1 - Absorption digestive.....	12
1.2.2.2 - Fixation sur l'os.....	13
1.2.2.3 - Régulation hormonale.....	14
1.2.3 - Les concentrations sériques.....	15
1.2.3.1 - La calcémie.....	15
1.2.3.1.1 - Les formes du calcium sanguin.....	15
1.2.3.1.2 - Les variations de la calcémie.....	15
1.2.3.2 - La phosphorémie.....	19
1.2.3.2.1 - Les formes du phosphore dans l'organisme.	19
1.2.3.2.2 - Les variations de la phosphorémie.....	19
1.2.4 - Les besoins en calcium et en phosphore....	22
1.2.5 - Les carences phosphocalciques.....	23

2 - <u>Les constituants organiques sériques</u> .....	24
2.1 - Les protéines totales.....	24
2.1.1 - Généralités.....	24
2.1.2 - Rôles.....	24
2.1.3 - Importance des besoins.....	25
2.1.4 - Digestion et l'utilisation des matières azotées.....	25
2.1.5 - Concentrations sériques et variations.....	27
2.2 - L'urée.....	30
2.2.1 - Définition et les rôles.....	30
2.2.2 - Concentrations sériques et variations.....	30
2.3 - La créatinine.....	33
2.3.1 - Définition et rôle.....	33
2.3.2 - Concentrations sériques et variations.....	33
2.4 - Le glucose.....	35
2.4.1 - Généralités.....	35
2.4.2 - Rôles.....	35
2.4.3 - Régulation hormonale.....	35
2.4.4 - Concentrations sériques et variations.....	36
2.5 - L'hématocrite.....	40
2.5.1 - Définition.....	40
2.5.2 - Notion d'hématopoïèse.....	40
2.5.3 - Hématopoïèse et état nutritionnel de l'organisme.....	40
2.5.4 - Variations de l'hématocrite.....	41

CHAPITRE TROISIEME : RELATION ENTRE APPORTS ALIMENTAIRES ET  
BIOCHIMIE SERIQUE.

1 - <u>Utilisation biologique des substances nutritives de la ration par les zébus</u> .....	45
2 - <u>Notion de retard entre la cause et l'effet</u> .....	46
3 - <u>Relation entre paramètres sanguins et apports alimentaires</u> .....	46
4 - <u>Maladies nutritionnelles et métaboliques et Biochimie sérique</u> .....	48
4.1 - Notion de biochimie clinique.....	48
4.2 - Modification des paramètres biochimiques sériques dans les maladies nutritionnelles et métaboliques.	48
5 - <u>Notion de profil métabolique (biochimique)</u> .....	50
5.1 - Définition.....	50
5.2 - But.....	51
5.3 - Intérêt du profil biochimique en alimentation...	51

<u>DEUXIEME PARTIE - EXPERIMENTATION</u> .....	52
<u>CHAPITRE PREMIER : MATERIEL ET METHODES</u>	
1 - <u>Matériel</u> .....	53
1.1 - <u>Animal</u> .....	53
1.1.1 - Composition, description générale et aptitudes des animaux.....	53
1.1.2 - Description de l'environnement des animaux..	54
1.1.3 - Mode d'élevage.....	55
1.2 - Technique.....	57
2 - <u>Méthodes</u> .....	58
2.1 - Choix des animaux.....	58
2.2 - Prélèvement de sang.....	59
2.3 - Analyses biochimiques.....	59
2.4 - Analyse statistique.....	60
<u>CHAPITRE DEUXIEME : RESULTATS ET DISCUSSION</u>	
1 - <u>Résultats</u> .....	61
1.1 - Les minéraux.....	76
1.1.1 - La calcémie.....	76
1.1.2 - La phosphorémie.....	76
1.2 - Les constituants organiques.....	76
1.2.1 - La protéinémie.....	76
1.2.2 - L'urémie.....	77
1.2.3 - La créatininémie.....	77
1.2.4 - La glycémie.....	77
1.2.5 - L'hématocrite.....	78
2 - <u>Discussion</u> .....	79
2.1 - La méthode.....	79
2.1.1 - Choix des animaux.....	79
2.1.2 - Choix des paramètres.....	79
2.2 - Résultats pour chaque paramètre.....	79
2.2.1 - La calcémie.....	79
2.2.2 - La phosphorémie.....	80
2.2.3 - La protéinémie.....	81
2.2.4 - L'urémie.....	82
2.2.5 - La créatininémie.....	83
2.2.6 - Glycémie.....	83
2.2.7 - L'hématocrite.....	84
<u>CONCLUSION</u> .....	86
<u>BIBLIOGRAPHIE</u> .....	89

## INTRODUCTION

=====

L'entrave majeure au développement et à l'intensification des productions animales reste encore, dans les pays en développement, l'insuffisance des disponibilités alimentaires et d'abreuvement, aggravée par la connaissance partielle et imparfaite de certaines normes physiologiques des animaux. Dans les stations de recherche et de production les efforts d'amélioration sont occultés par une mauvaise alimentation. Ainsi il n'est pas rare d'observer chez certains individus ou même sur tout un troupeau, une sous-nutrition en saison sèche préjudiciable à la rentabilité de l'unité de production.

Cependant, l'amélioration des productions animales peut trouver une solution par l'amélioration des conditions d'entretien telles que la prophylaxie des grandes endémies, une bonne connaissance des animaux et de leurs besoins et enfin, une bonne couverture alimentaire.

Les mauvaises conditions d'élevage compromettent la lutte contre le déficit des protéines animales, déficit souvent lié à ce problème de développement de la production animale et qui fait dire à certains auteurs que le sous-développement entretient le sous-développement.

Le Département de Physique et Chimie biologiques et médicales de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.) de MAKAR a contribué par un certain nombre de travaux à une meilleure connaissance de la Biochimie sérique du zébu gobra. Etant donné l'importance que revêt l'alimentation dans l'amélioration des productions animales, actuellement, dans le Département, les travaux sont orientés dans la recherche des marqueurs sériques de l'alimentation.

Ce qui explique que notre présent travail de thèse a pour objectif de comparer des animaux dans différentes conditions alimentaires et montrer les variations des constituants plasmatiques en fonction de ces conditions alimentaires.

Notre plan est envisagé comme suit :

- une première partie bibliographique comprenant trois chapitres.

Le premier évoque les effets des apports alimentaires, le deuxième est consacré à l'étude des différents paramètres sériques étudiés et le troisième porte sur la relation existant entre les apports alimentaires.

- une deuxième et dernière partie constituée de deux chapitres :

Le premier est réservé au matériel et méthodes et le deuxième aux résultats et discussions.

P R E M I E R E   P A R T I E

SYNTHESE   BIBLIOGRAPHIQUE  
=====



## CHAPITRE PREMIER : EFFETS DES APPORTS ALIMENTAIRES

### 1 - 1 - EFFETS D'UN APPORT ALIMENTAIRE EQUILIBRE

Une alimentation équilibrée doit assurer un optimum ni trop, ni trop peu c'est-à-dire renfermant tous les nutriments en quantité et qualité nécessaires, permettant de couvrir les besoins de l'animal, besoins variant au cours de son existence.

#### 1.1 - Chez le veau avant sevrage (veau préruminant).

Le jeune animal, après la vie intra-utérine au cours de laquelle il était lié à sa mère par le biais du cordon ombilical, est encore, après la naissance, à la période d'allaitement, tributaire de sa mère à laquelle il est de nouveau lié par le cordon lacté. Une alimentation correcte à cette étape de la vie du veau est très importante (17 - 23). Car détermine toute sa carrière productrice future. Il s'avère donc impérieux de veiller attentivement à l'alimentation de la mère afin que cette dernière soit en mesure de fournir à son petit un apport de lait normal. Ainsi une alimentation rationnelle permet au jeune d'exprimer la totalité de son potentiel de croissance (30), et cela précocement (23), de renforcer ses barrières de résistance (9) (après absorption précoce et suffisante de colostrum dans les premières heures de la vie), d'extérioriser ses potentialités génétiques (18).

Après une période plus ou moins longue d'alimentation au lait, le veau tend progressivement à son indépendance nutritionnelle.

#### 1.2 - Chez le veau après sevrage (veau ruminant)

A la rupture de cordon lacté correspondant au sevrage, le veau doit faire face à une alimentation solide cellulosique. Ce sevrage intervient pendant la phase de croissance où les

besoins nutritionnels sont élevés et où les réserves corporelles sont limitées ; donc une alimentation adéquate lui assure une croissance normale sans rupture et sans retard (23) ; ceci permet à l'animal d'atteindre vite l'âge de produire, âge qui varie selon le type d'exploitation vers laquelle est orienté l'animal.

### 1.3 - Chez l'adulte en production

La production de lait, de viande ou tout autre produit d'origine animale nécessite que l'animal soit mis dans les conditions d'alimentation favorables. Car le niveau alimentaire a un effet sur la quantité et la qualité des produits. Une expérience réalisée sur le zébu Gobra à la ferme de Sangalkam a montré l'effet d'une alimentation équilibrée sur la production de viande (60). Une étude similaire a été menée également sur le zébu malgache et a entraîné une amélioration de la carcasse (56). Aussi la production laitière nécessite une bonne alimentation et un abreuvement à volonté assurant du lait en quantité et en qualité suffisante (46).

~~Outre la satisfaction des besoins de productions,~~  
l'alimentation doit couvrir les besoins d'entretien, les besoins supplémentaires de croissance (chez les génisses en gestation) et de gestation. Mais cette situation alimentaire n'est pas toujours satisfaite et, de ce fait, il est victime de troubles très souvent visibles à plus ou moins long terme selon le nutriment en excès ou en carence.

## 2 - DESEQUILIBRE ALIMENTAIRE

La rupture de l'équilibre alimentaire entraîne une pathologie plus ou moins caractéristique selon le cas, en même temps que l'on assiste à une détérioration des performances zootechniques des animaux. Les troubles observés peuvent

découler directement d'un apport inadéquat de nutriments : maladies par carence, par excès, intoxications par les nutriments, ou être liés à une altération des voies métaboliques permettant l'utilisation des nutriments : maladies métaboliques qui feront l'objet d'une étude ultérieure.

## 2.1 - Effets d'une sous-alimentation

### 2.1.1 - Chez le veau avant sevrage (veau préruminant)

Le jeune animal malnutri est exposé à une effroyable mortalité au cours de la première année ; en effet, la faim peut les amener à avaler des objets grossiers qui peuvent provoquer l'obstruction ou des ulcères de la caillette ; JACQUEMET et TATIN(35) cités par JEAN-FRANCOIS ont observé des ulcères fréquents dans le cas de pica . Le jeune contracte facilement des diarrhées, fait des septicémies engendrées par les microbes, habituellement saprophytes banaux profitant de la faiblesse encore de la résistance de leur organisme.

Ces erreurs alimentaires sont aussi la cause de nombreuses maladies métaboliques telles que la nécrose du cortex cérébral (carence en Vitamine B1), la tétanie du veau (carence en magnésium) et d'ostéopathie (rachitisme). La croissance ultérieure du jeune ne sera pas élaborée (23) et donc ne pourra pas extérioriser toutes ses qualités génétiques (17-18).

Un essai sur la croissance avant sevrage des veaux en ADAMAOUA (Cameroun) a montré que les fluctuations saisonnières des disponibilités alimentaires paraissent être un facteur déterminant la croissance médiocre observée en général dans la race tropicale (40). Dans les élevages traditionnels tous ces troubles sus-cités sont fréquents et favorisés par la faible production de lait par les vaches et aussi parce que certains éleveurs lactophages vivent en prédateurs et sont en concurrence avec leurs veaux.

L'effet de cette inadaptation alimentaire se manifeste également chez le veau sevré

### 2.1.2 - Chez le veau après sevrage (veau ruminant)

Le sevrage correspond chez le veau, à une phase de modifications anatomiques et physiologiques, de transition alimentaire pendant laquelle l'animal va acquérir la possibilité de valoriser au maximum les fourrages. Cette phase importante, doit se faire lentement et progressivement. Toute malnutrition intervenant à cette étape est très préjudiciable à sa vie; en effet, les carences et subcarences, outre les agressions psychologiques, immunitaires et nutritionnelles qu'elles occasionnent, compromettent la croissance normale du veau tout en étant exposé aux maladies.

### 2.1.3 - Chez l'adulte en production

Pour qu'un élevage ait un rendement satisfaisant il faut que les animaux soient en bonne santé et bien nourris. Une sous-nutrition se manifestera par une chute des productions (lait, viande, performances de reproduction) avant que ne s'extériorisent des signes cliniques qui signent, une maladie infectieuse ou parasitaire favorisée par l'affaiblissement de l'organisme, une maladie métabolique (cétose chez la vache laitière par exemple) ou une carence minérale. Chez la laitière une sous-alimentation conduit en outre à un amaigrissement, à une augmentation de l'intervalle entre vêlage, à une hypoglycémie d'où, à une infertilité. Chez le mâle géniteur, on notera en plus une diminution de l'ardeur génésique. Chez les génisses précoces allaitantes la croissance normale n'est pas atteinte faute de couverture des besoins supplémentaires de croissance.

Mais dans le souci de maximiser les productions, le déséquilibre alimentaire peut aller dans le sens de l'excès.

## 2.2 - Effets d'un excès d'apport

### 2.2.1 - Chez le veau avant sevrage (veau préruminant)

A la période colostrale il y a peu de risque pour le jeune animal de têter tout le colostrum de sa mère car ceci est d'ailleurs recommandé, surtout pour les races tropicales qui sont moins bonnes laitières. Mais le veau courrait le risque d'une pathologie grave (indigestion par surcharge pouvant se compliquer) lors d'allaitement artificiel mal mené avec le lait maternel ou reconstitué.

### 2.2.2 - Chez le veau après sevrage (veau ruminant)

Après l'alimentation liquide le veau est en mesure de valoriser l'aliment des adultes. Chez les jeunes mâles d'embouche, souvent en engraissement intensif, on fait un apport excédentaire d'éléments nutritifs (minéraux (12), vitaminiques, protéiques) pour obtenir une amélioration du gain de poids ; cette méthode aura à raccourcir le délai de préparation de l'animal pour l'abattage. Cela se fait également avec les vieilles femelles de réforme. Donc à la lumière de toutes ces techniques, les effets indésirables d'un excès d'apport sont rares, sauf l'accumulation de beaucoup de graisse non souvent très appréciée par les consommateurs dans certains milieux (EUROPE).

### 2.2.3 - Chez l'adulte en production

Excepte le dépôt trop abondant de graisses dans les tissus, non toujours apprécié chez les animaux destinés à l'abattage, l'inconvénient d'un excès d'apport se remarque surtout chez les femelles en reproduction ; souvent en fin de gestation on réalise le "steaming up"; mais cette technique peut être mal conduite et devient dans ce cas dangereuse car elle peut entraîner un avortement ou une dystocie selon le moment pendant lequel elle est pratiquée. La suralimentation provoque aussi la rétention placentaire et un retard de l'involution utérine ; enfin, elle peut conduire à l'infertilité et aux cétooses cliniques.

L'alimentation est un poste très déterminant dans la réussite de l'élevage. Il faut bien la conduire pour en tirer profit, c'est-à-dire veiller à ce qu'elle soit adéquate et hygiénique afin d'en éviter les conséquences désastreuses. La connaissance des concentrations des constituants sanguins par les analyses biochimiques est une technique qui se développe de plus en plus aujourd'hui et qui permet de faire une surveillance du niveau des apports alimentaires. Mais il faut faire preuve de prudence dans l'interprétation des résultats en raison de l'influence de divers facteurs entraînant des variations de ces paramètres. Cela requiert donc une bonne connaissance des limites de leurs variations.

ROYAUME MAROCAIN  
DES SCIENCES ET MÉDECINE  
VÉTÉRINAIRE DE DAKAR  
BIBLIOTHÈQUE

## CHAPITRE DEUXIÈME : BIOCHIMIE SÉRIQUE

### 1 - LES CONSTITUANTS MINÉRAUX SÉRIQUES

#### 1.1 - Généralités

Les minéraux sont des éléments qui entrent dans la constitution des cellules et des tissus vivants. Ils sont tous indispensables à la vie des animaux, ils sont des constituants essentiels de tous les tissus et liquides de l'organisme.

Ils jouent deux principaux rôles :

- ils sont des constituants importants des tissus et des produits animaux
- ils participent à la régulation des grandes fonctions de l'organisme.

Sur le plan chimique on distingue 2 groupes :

- les électrolytes contenus dans les liquides biologiques à l'état ionisé influant ainsi sur la pression osmotique : le calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), le phosphore (P), le Chlore ( $\text{Cl}^-$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ), les Sulfates ( $\text{SO}_4^{++}$ ), les carbonates.
- les oligo-éléments sont présents en quantités très faibles ou à l'état de traces ; les principaux sont : le Fer (Fe), le Cuivre (Cu), le Manganèse (Mn), le Zinc (Zn), le Cobalt (Co), l'Iode (I), le Sélénium (Se).

Les animaux tirent leurs minéraux des aliments.

La source naturelle est constituée, pour les animaux au pâturage, par les végétaux ingérés qui, eux, puisent dans le sol les minéraux qu'ils assimilent ; d'où les teneurs en éléments dépendront essentiellement de la richesse du sol en ces éléments. La composition des végétaux en minéraux varie également en fonction de l'espèce botanique, du stade de croissance, du cycle de végétation, de la saison. La source artificielle est représentée par les additifs de l'alimentation et les administrations médicamenteuses.

L'alimentation minérale revêt une importance croissante en raison de l'évolution des techniques, en particulier :

- l'amélioration des performances zootechniques des animaux (12)
- l'utilisation des régimes alimentaires faisant appel à des fourrages plus productifs mais souvent, moins riches en minéraux.
- simplification des régimes.

La régulation des concentrations de ces minéraux est assurée par des hormones, permettant à l'organisme de maintenir une concentration sanguine physiologique.

## 1.2 - Le Calcium (Ca) et le Phosphore (P)

Représentant 75% des minéraux de l'organisme, le Ca et le P sont de localisation essentiellement osseuse. Ils jouent un rôle essentiellement dans la formation du squelette et des dents. Leurs carences vont donc avoir des répercussions osseuses.

### 1.2.1 - Répartition et rôles dans l'organisme

#### 1.2.1.1 - Le Calcium

99% du Ca de l'organisme est stocké dans le squelette où il sert, entre autres fonctions, de réserve pour la très petite proportion (1%) fonctionnellement importante qui circule dans les liquides organiques (plasma surtout) et les tissus mous.

En plus de ce rôle plastique dans le tissu osseux dans lequel il se trouve sous forme de phosphate tricalcique et de Carbonate de chaux (17), le Ca non osseux intervient comme effecteur dans un grand nombre de processus enzymatiques :

- dans la coagulation du sang
- dans le déclenchement de la contraction musculaire et dans la transmission de l'influx nerveux
- dans la perméabilité membranaire
- dans l'équilibre acide-base du sang.



### 1.2.1.2 - Le Phosphore

Le squelette renferme 80 à 85% du P de l'organisme. En dehors du squelette, le P est présent dans les liquides organiques et les tissus mous où il est constituant de nombreuses molécules organiques. Le P intervient dans de nombreuses réactions chimiques, principalement dans les processus énergétiques :

- dans les transferts, stockage et libération d'énergie dont les liaisons phosphates (ATP, phosphocréatine) (dans l'utilisation des glucides et lipides).
- dans le métabolisme des glucides
- dans le maintien de l'équilibre acido-basique grâce au système tampon : phosphates monosodique /phosphate disodique.

Le rôle du Ca et du P est prépondérant dans la croissance et le développement des individus et il convient de porter une attention sur les apports en vue d'un équilibre avec les besoins.

### 1.2.2 - Le métabolisme phosphocalcique

#### 1.2.2.1 - Absorption digestive

Le Ca et le P ingérés avec la ration sont absorbés dans l'intestin grêle principalement. La difficulté de s'accorder avec les normes nutritionnelles est inhérente à la variabilité de la disponibilité ou de l'absorption du Ca ou du P une fois ingéré.

L'absorption du Ca ou du P dépend de plusieurs facteurs :

- l'âge est le plus important. Le Ca est utilisable à 100% dans le régime lacté du jeune veau mais la disponibilité diminue avec l'âge de sorte que, chez les adultes, elle peut être inférieure à 45% (45).

- La disponibilité du Ca est aussi réglée par les besoins: elle augmente par exemple pendant la gestation et la lactation.

Des facteurs semblables jouent dans le cas du P ; chez les jeunes animaux la disponibilité de P peut être supérieure à 90% mais elle tombe à 55% chez l'adulte (45).

- le rapport phospho-calcique affecte la disponibilité de manière importante. Le rapport optimal est de 2 chez les ruminants semble-t-il (45)
- l'origine ou la forme chimique du Ca ou du P peut affecter leur disponibilité mais c'est un facteur moins important chez les ruminants que chez les non-ruminants (45)
- l'apport de Vitamine D favorise l'absorption du Ca et du P
- l'apport en protéines joue aussi un rôle ; les régimes pauvres en protéines interfèrent avec l'absorption du Ca et du P
- l'ingestion excessive de Magnésium peut réduire la disponibilité du Ca et du P
- l'augmentation de l'acidité du liquide gastro-intestinal favorise l'absorption du Ca.

Heureusement, la définition des besoins standards comporte le plus souvent de bonnes marges de sécurité.

L'élimination du Ca et du P se fait dans les fecés. Les quantités excrétées dans les urines sont en général négligeables chez les bovins - chez les lactantes des quantités considérables sont secrétées dans le lait.

#### 1.2.2.2 - Fixation sur l'os

Un métabolite de la Vitamine D : le 1, 25 dihydrocholécalférol, synthétisé en deux étapes, par le foie puis par les reins, augmente l'absorption intestinale du Ca et du P

et stimule la fixation de ces minéraux sur l'os (accrétion osseuse). Le rapport  $\frac{Ca}{P}$  est approximativement  $\frac{2}{1}$  toujours, et il n'est pas altéré même dans les conditions de déminéralisation partielle de l'os. Sous l'action de certaines hormones le Ca osseux est mobilisé dans certaines conditions, pour maintenir le taux de Ca dans le sang ; mais le P osseux est moins susceptible d'être mobilisé pour corriger son taux dans le sang si bien qu'un taux faible de P est le premier signe d'une déficience en P.

### 1.2.2.3 - Régulation hormonale

Le principal contrôle endocrinien paraît s'exercer sur le métabolisme du Ca, celui du P n'étant qu'indirectement affecté. Trois hormones interviennent dans ce contrôle :

- Le 1,25 dihydrocholécalférol ( $1,25 (OH)_2 CC$ ) augmente l'absorption intestinale du Ca et du P et stimule leur fixation sur l'os. La synthèse du  $1,25 (OH)_2 CC$  est accélérée par une baisse de calcémie et de la phosphatémie et par la parathormone.
- la parathormone (PTH) est une hormone sécrétée par les parathyroïdes. Dans les conditions d'une faible absorption de Ca dans le tractus digestif, le taux de Ca est en premier lieu maintenu par la mobilisation du Ca de l'os sous l'action de la PTH, en synergie avec le  $1,25 (OH)_2 CC$ . La sécrétion de PTH est stimulé par l'hypocalcémie.
- la calcitonine (CT) est sécrétée par la thyroïde. Son action est de diminuer la mobilisation du Ca osseux et de favoriser le dépôt du Ca sanguin dans l'os : c'est donc une hormone d'épargne calcique. Sa sécrétion est stimulée par une calcémie élevée.

Le contrôle de la concentration en P dans le sang semble commandé par un processus de nature passive dans lequel absorption et sécrétion des muqueuses dépendent de gradients de concentration (45).

Sous l'action de ces différents mécanismes donc, les réserves squelettiques en Ca et en P sont en partie mobilisables lorsque les exportations par les productions animales ne sont pas couvertes par les apports (exemple = cas des vaches laitières) ; les échanges entre le sang et le squelette permettent ainsi de réguler les apports et leur utilisation.

### 1.2.3 - Les concentrations sériques

#### 1.2.3.1 - La calcémie

##### 1.2.1.1.1 - Les formes du calcium sanguin

Le Ca dans le sang existe principalement sous deux formes :

- une forme diffusible en deux fractions :
  - . une fraction entièrement ionisée représentant la forme physiologique.
  - . une fraction non ionisée complexée aux phosphates tricalciques et aux citrates.
- une fraction non diffusible combinée aux protéines : albumine et globulines ; la fraction de réserve ou de transport.

La fraction diffusible ionisée représente la concentration sanguine du Ca.

##### 1.2.3.1.2 - Les variations de la Calcémie

Dans certaines conditions, la calcémie varie :

- Variations physiologiques.

Des observations faites par plusieurs auteurs, il en ressort que la calcémie diminue avec l'âge (21-32-57-59).

FRICOT et CALVET (24), dans une expérience menée dans trois fermes au Sénégal ont trouvé que la calcémie des jeunes est supérieure à celle des adultes, mais qu'on observe une baisse à l'âge de 4-5 ans et, une stabilisation ensuite. SAWADOGO et coll. trouvent que les effets de l'âge sont mêmes prépondérants(53).

La calcémie varie également en fonction de la saison. Les valeurs trouvées au Sénégal (24) proches de celle des bovins européens se situent en saison favorable (post hivernage) ; ceci a été attribué à une bonne couverture alimentaire en cette saison.

On a observé l'effet de l'espèce (24), le sexe où les valeurs des mâles sont supérieures à celles des femelles(24).

La région jouerait un rôle (24) et un déséquilibre semblerait exister dans les régions moins favorisées.

Quant à l'effet de l'alimentation les avis ne sont pas toujours partagés :

Selon MICHEL (42), cité par DESPLATS, la calcémie suit à peu près les variations alimentaires. Par contre, de nombreux auteurs ont prouvé qu'elles n'ont pas d'effets (5-12) par des expériences de suppléments minéraux. De plus, des systèmes fourragers n'ont pas influencé la concentration sérique de Ca (28) chez la vache laitière et TREMBLEY et coll. expliquent cela par le maintien de manière très efficace de la concentration du Ca sérique par le système endocrinien.

SAWADOGO et coll. ont montré qu'il y a une forte hypocalcémie chez le zébu en fin de gestation (54) et l'attribuent à une consommation du Ca maternel pour la formation de l'organisme du veau.

Aussi, lors d'une production laitière intensive il y a baisse de la calcémie (54).

Enfin, selon WIENER (61) cité par DESPLATS, il existe une certaine hérédabilité des taux de Ca.

- Variations pathologiques.

L'augmentation du taux de Ca sanguin s'observe lors de processus ostéolytiques, d'hypervitaminose D, de myélomes multiples, de protein-losing gastroentéropathies.

La diminution de ce taux survient en cas d'hyperparathyroïdie de rachitisme grave, d'ostéomalacie, d'hypovitaminose D, de néphrite, de syndrome vitulaire, de tétanie d'herbage.

Il faut donc retenir que la calcémie n'est pas un reflet fidèle de l'alimentation, elle ne semble donc pas avoir un gros intérêt dans l'alerte des troubles cliniques sur un sujet.

Le tableau I suivant donne les concentrations moyennes trouvées dans la littérature.

CONCENTRATIONS MOYENNES en mmol/l	RACES DE BOVINS	REFERENCES
2,94	Zébu gobra < 1 mois	SAWADODO et coll. (52)
2,81	" de 1-4 mois	" " (52)
2,68	" de 6-12 mois	" " (53)
2,53	" de 1-2 ans	" " (54)
2,48	" en début de gestation	" " (54)
2,10	" en fin de gestation	" " (54)
2,13	" au 3e mois de lactation	DIABOUGA (55)
2,40	" au 6-7e mois de lactation	" (55)
2,48	" en fin de lactation	SAWADOGO et coll. (54)
2,45	Zébu white fulani	ODAYE et FUSANMI (44)
2,41	Taurin Nbama	HOSTE et coll. (32)
2,30	" Laoulé	" " (32)
2,51	Zébu azawak	BANGANA (4)
2,20	Zébu malgache	GAULIER (27)

TABLEAU I - Valeurs moyennes de la calcémie selon la littérature.

### 1.2.3.2 - La phosphorémie

#### 1.2.3.2.1 - Les formes du Phosphore dans l'organisme

Le P dans l'organisme est sous forme de sels et d'esters phosphoriques. Du point de vue de l'activité biologique le P minéral (ions phosphoriques, Phosphates) (Phosphore inorganique) se distingue du P organique qui est lié aux protéines et aux lipides.

Dans le sérum on trouve surtout du phosphore minéral.

#### 1.2.3.2.2 - Les variations de la phosphorémie (phosphatémie).

-- Variations physiologiques.

Elles sont liées à l'alimentation, la saison, l'âge, le sexe, l'espèce, la région.

Les valeurs élevées ou faibles du P inorganique du sang seraient dues à des apports alimentaires supérieurs ou inférieurs aux besoins des animaux (12-15).

La saison a un effet et ceci pourrait résulter des conditions écologiques et alimentaires très différentes (24) ; les saisons où les apports alimentaires deviennent insuffisants, on assiste à une chute progressive et lente de la phosphatémie ; en saison sèche, la pauvreté des pailles entraîne des carences en P (25).

Des observations ont montré une diminution régulière de la phosphatémie avec l'âge des animaux (24-43-52-53).

SAWADOGO et coll. (53) relèvent des écarts significatifs de la phosphatémie entre mâles et femelles, les teneurs étant plus élevées chez les femelles que chez les mâles.



La variation tenant à la région a été liée à la différence d'apports alimentaires(24).

L'espèce a un effet non significatif (1).

La gestation et la lactation déterminent des variations relativement modérées de la phosphatémie (54). Selon CAKALA et coll. cités par DESPLATS, la gestation provoquerait une baisse après le 8e mois, mais de faible amplitude.

A noter que la température de conservation et le délai avec la centrifugation influencent les valeurs du P sérique.

La phosphorémie est sujette à de grandes variations individuelles et journalières.

Le P est donc un élément sensible à l'apport alimentaire et dont le dosage peut permettre un dépistage éventuel de certains troubles (stérilité, fièvre vitulaire, insuffisance alimentaire).

Enfin, rappelons que le P n'est pas soumis à une régulation endocrinienne stricte et peut subir d'amples variations (45).

#### - Variations pathologiques.

Une hypophosphatémie s'observe en cas d'hyperparathyroïdies, de rachitisme et d'ostéomalacie, de troubles d'infertilité et de coma vitulaire.

L'hyperphosphatémie est provoquée par une insuffisance rénale, en cas d'hypoparathyroïdies, de tubulopathies rénale s.

Les valeurs rassemblées dans le tableau 2 suivant ont été trouvées dans la littérature.

CONCENTRATIONS MOYENNES en mmol/l	RACES DE BOVINS	REFERENCES
3,22	Zébu gobra < 1 mois	SAWADOGO et coll. (52)
3,00	" de 1-4 mois	" " (52)
2,55	" mâle de 1-6 mois	" " (53)
2,25	Taurillon gobra	IBRAHIMA (34)
2,57	Génisse gobra	" (34)
1,34	Zébu gobra en gestation	SAWADOGO et coll. (54)
1,60	" en début de lactation	" " (54)
1,38	" au 4-5e mois de lactation	DIABOUGA (55)
1,00	" en fin de lactation	SAWADOGO et coll. (54)
1,63	Zébu white fulani	ODUYE et FUSANMI (44)
2,14	Taurin Ndama	" (44)
2,21	Taurin baoulé	HOSTE et coll. (32)
1,96	Zébu azawak	BANGANA (4)
2,50	Zébu malgache	GAULIER (27)

TABLEAU II - Valeurs moyennes de la phosphorémie selon la littérature.

#### 1.2.4 - Les besoins en Ca et en P.

Il nous semble tout d'abord nécessaire de rappeler que les besoins en minéraux des bovins varient au cours de leur existence. Il existe des périodes critiques pendant lesquelles ces besoins sont plus importants : ou période de croissance active, à la puberté, à la gestation et à la lactation.

Il est en plus, évident que les besoins calculés et les recommandations qui en découlent sont relatifs ; car les facteurs intervenant sur l'animal et son environnement sont très nombreux et variables, d'où l'existence d'une marge de sécurité entre les besoins déterminés en station et les recommandations pratiques mais n'autorise pas la multiplication par deux (ou moins par trois) les premiers.

Les besoins sont exprimés en besoins d'entretien, de croissance et de production. Chez les veaux préruminants et bovins en croissance, Alain BOUVIER (7) a relevé les normes en Ca et en P recommandées dans la ration pour les besoins d'entretien et de croissance ; ces apports varient considérablement en fonction du poids vif de l'animal et de sa vitesse de croissance.

RIVIERE (49) a établi les normes en Ca et en P exprimant également les besoins d'entretien et de croissance des bovins ; les normes varient en fonction du poids vif de l'animal et du gain de poids (en g) par jour.

En zone intertropicale et au Sénégal en particulier, le milieu naturel est à la fois le support et le pourvoyeur de nourriture exclusif de la plus grande partie du cheptel, donc de Ca et de P. Mais l'herbe de ces pâturages est souvent **carencée** en ces éléments (25). Des suppléments sont donc nécessaires.

### 1.2.5 - Les carences phosphocalciques

Les carences minérales se développent chez les animaux ayant des besoins élevés (femelles laitières présentant un flux sortant de minéraux très élevé et non modulable par la mamelle et, à un degré moindre, chez les femelles en gestation, les animaux en croissance active). Ces carences sont liées au type d'alimentation des animaux, du fait de la répartition très inégale des minéraux dans les aliments, ou, pour les fourrages, de leur teneur variable en minéraux en fonction des caractéristiques du sol qui les a produits. Il convient de souligner ici la relation fondamentale sol-plante-animal-pathologie en ce qui concerne les carences en Ca, en phosphore. Chez les herbivores. Les symptômes sont plus facilement observés avec des rations pauvres en P qu'en Ca.

Plusieurs signes de carence en Ca et P ont été décrits :

- principales manifestations cliniques de la carence en Ca :
  - . ostéomalacie
  - . troubles de la reproduction (part et post-partum).
- signes de carence en phosphore : (associée ou non à une carence en Ca) :
  - . retard de croissance
  - . baisse de la fertilité
  - . ostéophagie avec risque de botulisme
  - . ostéodystrophie dans un dernier stade
  - . diminution de la résistance des veaux
  - . déséquilibre minéral.

Le diagnostic des carences en Ca et P est parfois difficile car les signes cliniques ne sont pas souvent pathognomoniques et les polycarences sont fréquentes.

## 2 - LES CONSTITUANTS ORGANIQUES SÉRIQUES

### 2.1 - Les protéines totales

#### 2.1.1 - Généralités

Les protéines sont des substances de masse moléculaire élevée qui, par hydrolyse, libèrent des acides aminés. De ce fait, les protéines font partie du groupe des matières azotées protidiques qui contiennent de l'azote dont la valeur moyenne adoptée étant de 16%.

Les acides aminés de la protéine sont condensés par des liaisons peptides, et reliés entre eux par des liaisons qui les stabilisent (liaison hydrogène, pont disulfure).

Les protéines du sang peuvent être individualisées en 4 fractions par électrophorèse : Albumine,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  globulines avec la distinction possible de subfractions parmi les  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  globulines selon l'espèce considéré. L'albumine sérique, synthétisée par le foie à partir du pool en acides aminés intracellulaires, est la fraction majeure des protéines sériques dont elle représente 35,6 à 64,2% chez les animaux (20) ; elle est catabolisée par le foie et la plupart des autres tissus. Elle assure dans le plasma la fixation et le transport de nombreuses substances, le maintien de la pression oncotique.

Les globulines constituent le deuxième groupe de protéines du sérum. Elles sont constituées d'immunoglobulines, effecteurs de l'immunité à médiation humorale.

#### 2.1.2 - Rôles

Les matières azotées jouent de nombreux rôles dans l'organisme dont le principal est plastique, le rôle énergétique n'est que secondaire. Les protéines sont nécessaires à

l'augmentation de la masse cellulaire (croissance), à son renouvellement continu, et à l'entretien des êtres vivants. Par ailleurs, les protides sont les principaux constituants de nombreuses substances actives telles que les hormones et les enzymes qui jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'organisme. La protection immunitaire, le rôle neuromédiateur, le transport, le rôle antitoxique, les échanges hydriques sont aussi assurés par les protéines.

### 2.1.3 - Importance de besoin

Toutes les fonctions des protéines et plus particulièrement celle plastique montrent l'importance des matières azotées dans l'alimentation des animaux. Cette alimentation doit contenir de substances azotées en quantité suffisante, quantité qui varie avec l'espèce, l'âge, l'état physiologique et le niveau de production. Cet apport doit être assuré car un déficit en protéines, même léger de la ration se traduit rapidement par une chute de production et une modification de la qualité des produits ; un déficit plus marqué peut amener des troubles graves (amaigrissement, diminution de la résistance de l'organisme aux infections bactériennes et infestations). Un excès en azote peut entraîner des troubles également (intoxications par l'urée ou par l'ammoniac).

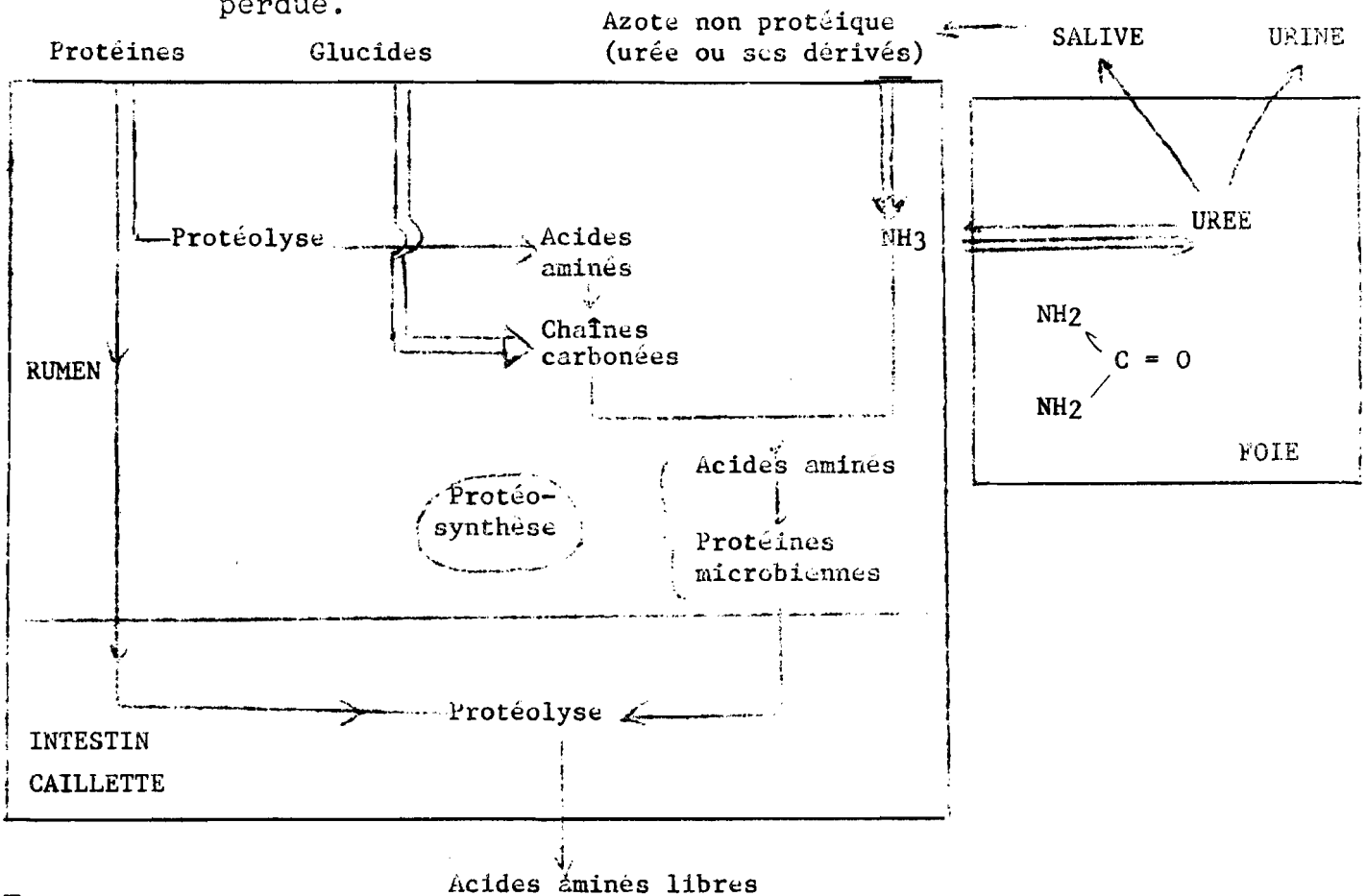
### 2.1.4 - Digestion et utilisation des matières azotées

La matière organique qui arrive dans le rumen du zébu subit des transformations dues aux microorganismes. L'activité biologique de cette micropopulation détermine l'utilisation, principalement des substances nutritives énergétiques et azotées (protéiques). Pour les substances azotées l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) est le produit terminal le plus important (schéma à la page suivante). Cette protéolyse microbienne est rapide et totale pour les constituants non protidiques (urée), ainsi que pour les constituants protidiques simples (acides aminés libres, peptides, polypeptides).

Les protéines attaquées, une partie traverse les deux premiers réservoirs gastriques pour être digérée dans la caillette et l'intestin, et donc être utilisée directement par l'animal.

Les substrats carbonés et l' $\text{NH}_3$  peuvent être utilisés pour la synthèse des matières azotées de certaines bactéries (cellulolytiques).

$\text{NH}_3$  non utilisé par les microorganismes est absorbé au niveau de la paroi du rumen, véhiculé au foie où il est transformé en urée, qui, est en partie recyclée dans la salive ou par diffusion à travers la paroi de tout le tube digestif, et en partie éliminée par l'urine et donc perdue.



DIGESTION DES MATIERES AZOTEES CHEZ LES RUMINANTS, SCHEMA SIMPLIFIE.

(d'après S. SAUVANT et J. DELAGE).

### 2.1.5 - Concentrations sériques et variations

La concentration sérique de protéines est la somme des taux d'albumine et de globulines du sang. Leurs variations peuvent soit se compenser, soit influencer, dans le même sens, sur le taux de protéines. Les taux sanguins des protéines totales reflètent l'alimentation azotées. La protéinémie est sujette à des variations physiologiques et pathologiques :

#### - Variations physiologiques :

Presque tous les auteurs s'accordent pour dire que l'alimentation azotée est un facteur influençant la protéinémie (64). SAWADOGO l'a observé chez le zébu gobra (51) et que cette protéinémie avec ses différentes fractions avaient leur maximum en saison humide ; il le lie à l'abondance d'aliments en quantité et en qualité en cette saison. Il en a rapporté de même chez le veau de moins d'un mois (52). FRIOT et CALVET (24) trouvent que le taux de protéines baisse en raison de la pauvreté en azote des pailles de saison sèche au Ferlo (Sénégal) ; ce qu'avaient trouvé BOUDERGUES et CALVET (6).

Par contre, selon PAYNE cité par DESPLATS (20) les variations dues à l'alimentation sont faibles ; l'abreuvement ayant certainement une plus grosse influence, d'après HEWETT (29) cité par DESPLATS.

Les variations sont moindres entre races (1-32)

Toutes les études semblent aboutir au résultat selon lequel le sexe est sans effet sur la variation de la protéinémie (24-52), sinon il n'exercerait qu'une influence moindre avec un taux faiblement supérieur chez les femelles de plus de 2 ans par rapport aux mâles d'âge correspondant (51). PAYNE (22) lui trouve des taux supérieurs chez les femelles.

La protéinémie est plus élevée pendant la saison favorable et baisse en saison sèche (6-24).



Des différences significatives ont été signalées entre régions (24).

Selon HEWETT et MAC LENNAN et coll. cités par DESPLATS (20) le taux de protéines totales semble minimum au moment du vêlage, puis augmente pendant deux mois (29-41), puis il y aura une diminution progressive dans les deux premiers mois de la gestation.

Enfin, des différences individuelles existent.

- Variations pathologiques.

Les hypoprotéïnémies peuvent être observées dans les affections hépatique et rénale, lors d'hémodilution.

Les hyperprotéïnémies font suite aux syndromes d'hémoconcentration (syndrome des grands brûlés, vomissements, diarrhées).

L'interprétation des variations des protéines totales doit tenir compte des valeurs de l'albumine.

Les valeurs suivantes ont été données par la littérature.

.../...

CONCENTRATIONS MOYENNES en g/l	RACES DE BOVINS	REFERENCES
76	Zébu gobra < 1 mois	SAWADOGO et coll. (52)
68	Taurillon zèbre gobra	" (52)
71	Zébu gobra de 6-12 mois	" (53)
78	" " 1-2 ans	" (53)
78	" mâle de 1-2 mois	FAYE (22)
72	" en début de lactation	SAWADOGO et coll. (54)
76	" au 6-7 mois de lactation	DIABOUGA (55)
82	femelle zèbre gobra de 3 ans et plus	SAWADOGO (51)
88	Zébu gobra (en Janvier)	BOUDERGUES et CALVET (6)
72	en Juillet)	" (6)
76	Zébu white fulani	ODUYE et FUSAMMI (44)
95	Zébu malgache	GAULIER (27)
85	Taurin Ndama	FRIOT et CALVET (24)
70	Bovins non tropicaux	COTTEKEAU et coll. (15)

TABLEAU III - Valeurs moyennes de la protéinémie selon la littérature.

## 2.2 - Urée

### 2.2.1 - Définition et rôles

L'urée représente le produit ultime du catabolisme des protéines. Elle est synthétisée presque exclusivement dans le foie et excrétée principalement dans les urines après filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire partielle. Etant non toxique, l'urée constitue, de ce fait, un déchet azoté idéal pour l'organisme et le rein ; c'est une forme majeure d'élimination de l' $\text{NH}_3$  qui, elle, est très toxique.

Par ailleurs, le retour de l'urée sanguine au rumen soit, par diffusion directe à travers sa paroi suivant un gradient de concentration, soit par l'intermédiaire de la salive, chez les ruminants, lui confère un rôle d'épargne protéique, surtout lorsque les rations sont pauvres en azote et que l'excrétion urinaire est minimale.

### 2.2.2 - Concentrations sériques et variations

La concentration sérique de l'urée constitue un reflet de l'importance du catabolisme protidique et un témoin de la fonction rénale et hépatique. En effet, il a été noté que le facteur alimentaire exerce une influence prépondérante et en particulier le rapport azote/cellulose de la ration (11). Divers autres sources de variation de l'urémie ont été signalées chez les ruminants : variations individuelles, liées à l'espèce, à l'âge, au sexe, à la saison, à la région, à la gestation et lactation, variations tenant aussi aux horaires de prélèvement au cours de la journée et enfin variation d'un jour à l'autre.

#### - Variations physiologiques

L'alimentation est le facteur le plus influent (11-39) et surtout l'importance des apports protéiques (15-18-24).

Les variations individuelles sont très importantes (11)

FRIOT et CALVET (24) trouvent une différence hautement significative entre espèce (24), observant une urémie plus élevée chez les zébus que chez les taurins.

Par contre, LE BARS la trouve plus élevée chez Ndama que chez le zébu (19).

Selon FRIOT et CALVET (24), l'âge n'a pas d'effets ; mais des expériences ont montré une urémie qui augmente avec l'âge (26-35).

Il n'y a pas de différence significative entre sexe ; GAHAMANYI par contre a rapporté un taux plus élevé chez les taurillons que chez les génisses (26).

L'urémie varie aussi d'un prélèvement à l'autre au cours de la même journée (11).

Les variations saisonnières (14-24-28) reflètent probablement des apports alimentaires différents.

FRIOT et CALVET ont trouvé une variation en fonction de la région (24) et la lient à l'importance des apports protéiques qui sont les plus élevés dans la région où l'urémie est la plus élevée.

Un abaissement modéré de l'urée sanguine a été noté en fin de gestation (54) chez la vache laitière, et a été attribué à une augmentation de la rétention azotée par le fœtus et ses annexes à la fin de la gestation. LE BARS constate également une réduction mais non significative (39). Chez les Ndama il a été observé une urémie plus élevée pendant qu'après la lactation, mais la différence est non significative.

- Variations pathologiques

Les hyperurémies s'observent lors de néphrites aiguës et chroniques, dans l'insuffisance rénale et l'intoxication urémique (37-50), lors d'hyperurogenèse, de maladies cardiaques.

Les hypourémies ont été observées dans l'atteinte hépatique (diminution de la synthèse).

Nous retiendrons que le taux d'urée peut subir d'importantes variations et est influencé par l'alimentation dans les conditions physiologiques.

Des valeurs chez des bovins ont été empruntées dans la littérature (tableau IV).

CONCENTRATIONS MOYENNES en mmol/l	RACES DE BOVINS	REFERENCES
3,9	Zébu gobra à la mamelle	GAHAMANYI (26)
7,6	" de 6-12 mois	SAWADOGO et coll. (53)
7,1	Taurillon gobra	" (52)
5,3	Génisse gobra	" (52)
3,58	Zébu gobra en début de gestation	" (54)
7,03	" en lactation	" (54)

TABLEAU IV - Valeurs moyennes de l'urémie selon la littérature.

## 2.4 - La créatinine

### 2.4.1 - Définition et rôle

La créatinine est un produit azoté élaboré à la suite du métabolisme des protides ; c'est un produit de déchet. Elle est synthétisée au niveau du foie et des reins et éliminée exclusivement par le rein. Elle dérive de la créatine par une déshydratation interne (cyclisation).

Le dérivé de la créatinine est phosphorylé dans le muscle des vertébrés pour former la phosphocréatine ou phosphagène qui est une réserve d'énergie immédiatement utilisable pour reformer l'ATP lorsque celle-ci est transformée en ADP dans la contraction musculaire. Elle se trouve aussi dans les tissus nerveux.

### 2.4.2 - Concentrations sériques et variations

Les taux sériques de créatinine se maintiennent constantes, mais ils peuvent être influencés dans certains cas.

Notons tout d'abord que son taux dans le sang est indépendant de l'alimentation (50).

L'âge, le sexe, la gestation et la lactation influencent la créatininémie :

Elle augmente avec l'âge (16-53).

Des résultats contraires ont été rapportés concernant le sexe : SAWADOGO et coll. ont trouvé que le sexe n'influe que très peu. Par contre, GAHAMANYI note des valeurs élevées chez le taurillon par rapport à la génisse.

TAINTURIER et coll. (58) observent une élévation régulière de la créatininémie du 3e mois au 7e mois de gestation, un pic au part et une chute.

Ils concluent que le catabolite musculaire reflète probablement le développement de la musculature foetale ; le pic observé peut être dû au dommage musculaire au passage de la filière pelvienne (58).

Une augmentation pendant la deuxième moitié de la gestation a été signalée (50).

Après le vêlage, la créatinine est en corrélation négative avec la production laitière (50).

Sur le plan pathologique, la créatininémie augmente lors d'affections rénales graves (néphropathies organiques), de troubles secondaires de la fonction rénale (circulatoires, intoxication) et d'entérites (50).

Les valeurs colligées dans le tableau suivant sont trouvées dans la littérature.

VALEURS MOYENNES en $\mu\text{mol/l}$	RACES DE BOVINS	REFERENCES
109	Zébu gobra moins d'1 mois à 4 mois	SAWADOGO et coll. (52)
128	Taurillon gobra	" " (52)
116	Génisse gobra	" " (52)
112	Zébu gobra mâle et femelle de 6 mois à 3 ans	" " (53)
128	Zébu gobra mâle et femelle de 3 ans et plus	" " (53)
163	Zébu gobra en début de gestation	" " (54)
96	Zébu gobra en fin de gestation	" " (54)
120	Zébu gobra en lactation	" " (54)
135,6	Bovin	ROSEMBERGER (50)
124,3	Zébu malgache	GAULIER (27)

TABLEAU V - Valeurs moyennes de la créatininémie selon la littérature.

## 2.5 - Le glucose

### 2.5.1 - Généralités

Au sein des glucides, le glucose intéresse plus les biologistes. Il peut être considéré en effet comme le sucre physiologique par excellence : universellement répandu dans le monde vivant, c'est lui que l'on rencontre notamment dans le sang de l'homme et des vertébrés ; c'est lui qui, en dernière analyse, constitue l'aliment principal des cellules. Il est classé dans les glucides qui désignent l'ensemble des oses et leurs combinaisons ou osides. C'est un adohexose réducteur.

Les animaux tirent le glucose dans leurs aliments (végétaux, concentrés). Résultat de la digestion des glucides, il est absorbé par l'intestin grêle et mis en réserve dans le foie et le muscle sous forme de glycogène.

L'origine du glucose entrant dans le métabolisme est double chez les ruminants : l'absorption intestinale est limitée à 15% du total, 85% étant assurés principalement dans le foie par la neoglucogénèse à partir de substances glucoformatrices dont les principales sont : le propionate, acides aminés glucoformateurs, lactale, glycérol.

### 2.5.2 - Rôles

Les glucides jouent différents rôles chez l'animal.

- d'aliments énergétiques par oxydation
- dans la formation des graisses et dans leur métabolisme
- dans l'élaboration du lactose du lait
- dans les phénomènes de détoxication.

### 2.5.3 - Régulation hormonale

Dans certaines conditions comme le jeûne glucidique ou un travail musculaire intense, l'apport alimentaire de glucides ne suffit plus, faisant apparaître pour l'organisme



la nécessité de former du glucose. Trois voies métaboliques hépatiques remplissent cette fonction :

- la voie de la glycogénolyse utilise la dégradation du glycogène hépatique pour libérer le glucose dans le sang.
- les voies de la glucogénèse hépatique permettant la transformation en glucose d'autres hexoses.
- la voie de la néoglucogénèse.

L'homéostasie de la glycémie résulte de l'action antagoniste de systèmes hyper et hypo-glycémiantes (8) :

- l'hormone hypoglycémiante connue est l'insuline.
- les hormones hyperglycémiantes sont : le glucagon, l'adrénaline, la thyroxine, la triiodothyronine, le cortisol, la somatotropine (STH), la thyrotropine (TSH), la corticostimuline (ACTH).

Les hormones hyperglycémiantes permettent la sortie du glucose des cellules hépatiques et l'insuline permet son utilisation par les cellules extra-hépatiques. Leur action est donc coordonnée. La régulation de la glycémie n'est pas un but en soi mais un moyen d'assurer aux cellules un apport suffisant en glucose.

### 2.5.3 - Concentrations sériques et variations

Chez un sujet à jeun, la glycémie est maintenue à une valeur constante. Mais elle est sujette à des variations alimentaires, physiologiques et pathologiques.

- l'alimentation a une influence importante. En effet, une glycémie faible signifie que l'alimentation est insuffisante (16-20). Chez les vaches, TREMBLAY et coll. rapportent une glycémie élevée due à l'alimentation, en hiver (28).
- les facteurs physiologiques sont nombreux :

Il existe des fluctuations journalières (50). Il y a hypoglycémie correspondant à une insulinémie au moment de la prise des repas (20) ; elle remonte jusqu'à un maximum pour reprendre ensuite un taux moyen. Le stress entraîne une élévation.

Il a été noté des variations saisonnières ; en effet, la glycémie serait plus élevée en hiver qu'en été (28), plus forte en Mai et en Novembre ; à l'occasion d'une exposition aux grands froids, il augmente.

Des expériences menées sur le zébu gobra ont aboutit à une diminution de la glycémie avec l'âge (26-52). TUMBLESON et coll. trouvent qu'elle diminue jusqu'à l'âge de 5 ans avant de se stabiliser (20). Par ailleurs, il a été noté une augmentation avec l'âge et cela a été imputé à une acquisition de meilleures capacités de gluconéogenèse hépatique par le jeune (53).

Concernant le sexe, GAHAMANYI trouve des valeurs plus élevées chez les génisses que les taurillons (26) par contre, SAWADOGO note que le sexe n'influe que très peu.

Des différences ont été rapportées avec la race (tableau suivant).

Bien que les conclusions contraires soient abouties, tous les auteurs s'accordent sur le fait que la lactation et la gestation ont une grosse influence sur la glycémie.

SAWADOGO et coll. (54) notent une forte baisse de la glycémie en fin de lactation et la lient à la forte exportation du lactose pendant la lactation qui est responsable de la diminution des substrats glucoformateurs et par suite, de la glycémie.

DIABOUGA (55) lui, trouve qu'elle est plus élevée en début et en fin de lactation.

Quant à TREMBLAY et coll, elle est plus élevée durant le tarissement, chute en début de lactation pour remonter en milieu de lactation (28).

Chez les vaches holstein, TAINTURIER et coll. ont observé une chute de la glycémie à la fin de la gestation et selon eux, elle serait due à une alimentation relativement pauvre et/ou, à la demande d'énergie élevée pour le métabolisme foetal et/ou, à l'apparition progressive de l'insuline foetale.

Selon SOMMER et BARLET, rapporté par COURCEL (16), la glycémie augmente le jour du vêlage.

A noter que ces variations relevées pendant la lactation et la gestation sont imputables à une inadaptation de la ration alimentaire aux besoins accrues de la femelle pendant ces deux stades (54).

- Les variations pathologiques :

Elles concernent l'hypo et l'hyperglycémie :

L'hypoglycémie s'observe lors de cetose, d'insuffisance cortico-surrénalienne, de cirrhose, de tumeur pancréatique, d'insuffisance thyroïdienne, de forte diarrhée (50).

L'hyperglycémie en cas de diabète pancréatique, de lésions hépatiques, de néphrite chronique, d'hyperthyroïdie (50).

Enfin, signalons que la glycémie est l'une des constantes les plus révélatrices de l'équilibre métabolique de la vache laitière (15).

Malgré les fluctuations assez importantes de la glycémie, son étude doit apporter des indications intéressantes pour la prophylaxie des cétooses et de certaines infertilités. Elle a fait l'objet de nombreuses études et les valeurs présentées dans le tableau suivant ont été tirées de la littérature.

VALEURS MOYENNES en mmol/l	RACES DE BOVINS	REFERENCES
7,2	Zébu gobra de moins d'1 mois à 4 mois	SAWADOGO et coll. (52)
4,6	Taurillon gobra	" " (52)
6,1	Génisse gobra	" " (52)
1,74	Zébu gobra de 6 à 12 mois	" " (53)
3,03	" de 3 ans et plus	" " (53)
4,06	" en début de gestation et lactation	" " (54)
2,7	" en fin de lactation	" " (54)
1	" au 4e et 5e mois de lactation	DABOUGA (55)
3,18	Bovin holstein	TAINTURIER et coll. (58)
4,16	Zébu malgache	GAULIER (27)
3,3-4,4	Bovins	ROSENBERGER (50)

TABLEAU VI - Valeurs moyennes de la glycémie selon la littérature.

## 2.3 - L'hématocrite

### 2.3.1 - Définition

L'hématocrite est le pourcentage du volume globulaire par rapport au volume sanguin total. C'est une mesure simple consistant en la séparation par centrifugation des globules et du plasma de sang rendu incoagulable introduit dans un tube capillaire : c'est la microméthode, plus utilisée en Médecine vétérinaire.

L'hématocrite est donc, de toute évidence, liée à la production de globules du sang.

### 2.3.2 - Notion d'hématopoïèse (3)

Pris dans son sens le plus large ce terme comprend non seulement la fabrication de toutes les lignées cellulaires sanguines (érythrocytes, leucocytes et thrombocytes), mais aussi la formation du plasma avec tous ses constituants = eau, protéines, glucides, lipides, minéraux et divers facteurs vitaminiques, hormonaux, humoraux et enzymatiques. La fabrication des cellules sanguines se fait dans les tissus hématopoïétiques (moëlle osseuse, organes lymphoïdes) à partir de l'intervention des nutriments.

### 2.3.3 - Hématopoïèse et état nutritionnel de l'organisme

La concentration du sang en ses lignées cellulaires se maintient constante chez chaque individu grâce à un équilibre dynamique entre la production et la destruction de ces cellules. Cet équilibre dépend de diverses variables physiologiques respiratoires, sécrétions endocrines, l'activité musculaire, les réactions de défense cellulaires et humorales contre les agressions, l'activité du système nerveux central). Or le retentissement de tous ces facteurs sur l'hématopoïèse est étroitement lié, à l'état nutritionnel de l'organisme (3) ;

par conséquent, l'hématocrite va être lié à l'hématopoïèse et la faiblesse de ce dernier entraînera donc une baisse de l'hématocrite. Mais d'autres facteurs influencent l'hématocrite.

#### 2.3.4 - Variations de l'hématocrite

Avant d'envisager les différents facteurs influençant l'hématocrite, il faut noter que des variations importantes sont souvent dues aux conditions de prélèvement et d'analyse (62). On obtient les meilleures données en mesurant le volume cellulaire aussitôt après la prise de sang.

##### - Variations physiologiques

L'alimentation aurait une influence hautement significative sur les valeurs de l'hématocrite (11-12-15-28).

L'âge n'a pas d'effet (2) ; mais FRIOT et CALVET trouvent qu'il est maximal entre 2 et 4 ans, puis s'abaisse au delà de 4 ans (24). De plus, elle est plus basse chez les animaux âgés (38). D'autres auteurs trouvent également un effet de l'âge.

Le sexe est sans effet (2) ; cependant, il a été prouvé le contraire (31). Dans ce sens FRIOT et CALVET révèlent un hématocrite plus élevé chez les animaux sexuellement neutres (mâles castrés) (24).

L'hématocrite serait plus élevé en saison favorable (24-31) d'où cela lié à des causes alimentaires (28-38).

Les différences individuelles sont hautement significatives (11-31).

L'effet de la race a été signalé (31) mais pour AKAKPO (2) il est difficile de lier les différences à une influence raciale chez les bovins.

Considérant l'espèce, les Ndama ont un hématoците plus bas que celui des zébus et les Djakorés (métis zébu gobra et taurin Ndama) (24).

Au niveau régional, il est possible que le mode d'entretien agisse en définitive plus que la localisation géographique (24).

L'influence génétique semble importante (31-38) : CHARPENTIER et BONHOMME, rapporté par FRIOT et CALVET, ont établi une corrélation entre la valeur de l'hématoците de la mère et celui de son veau à 8 jours :  $r = + 0,52$  (11).

PAYNE et coll. cités par COURCEL (16) observent que l'hématoците tend à baisser avec la production laitière. La gestation aurait une influence également.

Selon FRIOT et CALVET (24), les facteurs de variations physiologiques sont au Sénégal et par ordre d'importance, l'âge, le sexe et l'espèce (24).

- variations pathologiques (11)

L'hématoците diminue au cours des diverses anémies (par carence en fer, en protéines ; lors d'hémolyse : intoxication cuivrique, babesiose ; en cas de prédation sanguine : parasitisme).

Il augmente dans les rétentions hydriques dues à des cardiopathies, dans les déshydratations par perte de sel ou des plasmorragies (brûlures étendues), par manque d'eau ou par diarrhée ; le volume plasmatique diminue de façon sensible alors que le volume globulaire reste normal.

L'hématoците n'a pas fait l'objet d'études nombreuses, ce qui a fait la pauvreté de notre bibliographie sur ce paramètre.

Il faut souligner donc que l'hématocrite, en physiologie, constitue une donnée d'interprétation encore très complexe.

Les valeurs moyennes dans le tableau VII ont été tirées dans la littérature.

POURCENTAGE MOYEN	RACES DE BOVINS	REFERENCES
38,0	Bovins du Sénégal (zébu gobra, Taurin Ndama et les métis des deux groupes) de 6 à 24 mois	FRIOT et CALVET (24)
40,6	" de 2 à 4 ans	" (24)
35	" au-delà de 10 ans	" (24)
39,2	" en hivernage	" (24)
38,4	" en saison sèche	" (24)
37,77	Zébu gobra	AKAKPO (2)
31,9	Adulte Ndama mâle	HOSTE et coll. (31)
36,8	Zébu maure	AKAKPO (2)
24	Vache laitière Holstein (CANADA)	GHISLAIN et coll. (28)
40	Bovins européens	FRIOT et CALVET (24)

TABLEAU VII - Valeurs moyennes de l'hématocrite selon la littérature.



La concentration sérique de la plupart de ces constituants varie sous l'influence de nombreux facteurs externes et internes à l'animal. Il en existe qui ne varient que dans des conditions particulières et dans des limites assez étroites puisqu'ils font l'objet d'une régulation efficace (Ca).

Les apports alimentaires semblent presque toujours entraîner une variation des paramètres biochimiques du sang.

## CHAPITRE TROISIEME : RELATION ENTRE APPORTS ALIMENTAIRES ET BIOCHIMIE SÉRIQUE.

### 1 - UTILISATION BIOLOGIQUE DES SUBSTANCES NUTRITIVES DE LA RATION PAR LE ZEBU.

La matière organique qui arrive dans le rumen subit des transformations dues aux microorganismes avant de subir les dégradations déterminées par la machinerie digestive propre à l'animal.

Les glucides subissent d'abord, dans le rumen, l'action des enzymes bactériennes (hydrolyse) pour donner des oses (hexoses, pentoses). Les glucides solubles tel que le glucose sont hydrolysés de manière très rapide et complète tandis que l'amidon, insoluble, l'est partiellement ; ce dernier passe dans l'intestin grêle où il donne des oses qui y sont absorbés et passent dans le sang. Dans le rumen, les oses vont entrer dans une phase de fermentation pour former des produits (acides gras volatiles les plus intéressants) qui profiteront à l'organisme hôte. L'oxydation et l'hydrolyse peuvent aboutir au gaz carbonique et au méthane qui seront éliminés pendant la mastication merycique.

Les glucides sont donc dégradés en divers produits tout en fournissant de l'énergie utilisée par les bactéries pour leur propre synthèse.

Pour les matières azotées leur dégradation a été développée dans la deuxième partie du deuxième chapitre ; nous ne rappellons seulement qu'elles subissent dans le rumen une dégradation dont l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) est le produit terminal le plus important. Les protides vont donner dans l'intestin grêle les acides aminés qui passent dans le sang.

Quant aux minéraux provenant de la ration, ils parviennent directement dans l'intestin grêle et passent dans le sang pour donner la concentration de l'élément concerné.

## 2 - NOTION DE RETARD ENTRE LA CAUSE ET L'EFFET

Cette notion est importante pour expliquer les manifestations cliniques consécutives à un déséquilibre alimentaire, le délai entre l'ingestion d'un aliment et son effet sur les taux des paramètres sanguins. Une expérience menée par CALVET et DIALLO sur l'urémie (11) et consistant à voir l'évolution de l'urémie après administration d'un repas, a montré qu'elle est plus élevée deux heures après le repas et au moment où l'ammoniogenèse dans le rumen est la plus élevée. Ils notent donc que ce fait souligne l'absolue nécessité, lorsqu'on veut obtenir des données sur l'urémie des ruminants, d'effectuer des prélèvements à des horaires stricts établis en fonction de l'heure à laquelle est administré le repas.

Les carences alimentaires retentissent sur les niveaux sanguins à plus ou moins long terme selon l'élément en déficit. Le retentissement est très rapide dans le cas de la zincémie, en 2 ou 3 mois pour le cuivre (15).

## 3 - RELATION ENTRE PARAMETRES SANGUINS ET APPORTS ALIMENTAIRES

Des travaux de recherche montrent l'existence d'une relation étroite entre les variations de certains paramètres sanguins et les apports alimentaires.

En effet, une hyperurémie peut traduire un excès protéique global ; chez les ruminants, elle résulte d'une mauvaise valorisation de l'azote non protéique (15). Des valeurs d'urémie faible sont liées à une sous-nutrition azotée (15).

Une expérience de suppléments minéraux avec trois types de phosphates différents par leur composition, conduite sur des zébus, a montré que le phosphate qui entraînait un gain de poids supérieur à celui des témoins est aussi celui qui provoquait un taux moyen de phosphate inorganique le plus élevé par rapport aux autres lots (9). Dans la même expérimentation, l'hématocrite est significativement plus élevé dans les lots traités et, parmi ceux-ci, il y a un type de phosphate, qui présente les données les plus distinctes de celles des témoins ; ce fait a été attribué à une hyperglobulie provoquée par les apports supplémentaires d'éléments précurseurs de la fabrication des globules du sang (fer et cuivre) ; ce phosphate est en effet, particulièrement riche en ces éléments.

BOUDERGUES et CALVET (6) ont montré que chez le zébu gobra au Sénégal, le taux des protéines totales subit une sensible diminution de Janvier à Juillet. En Juillet, saison sèche, les animaux sont soumis à une disette générale d'où le taux de protéines plus faible par rapport à Janvier qui est la période favorable.

L'abaissement de la glycémie, de la calcémie peut être dû respectivement à une sous-nutrition énergétique quantitative ou qualitative, à une carence en Ca.

Mais de nombreux constituants sanguins sont soumis à une régulation étroite et il est difficile de constater une baisse ou une élévation sensible dans un délai court suivant un déficit dans l'aliment. (Ca par exemple).

#### 4 - MALADIES NUTRITIONNELLES ET METABOLIQUES ET BIOCHIMIE SERIQUE.

Les maladies nutritionnelles et métaboliques connaissent une importance croissante en rapport avec l'augmentation de la productivité animale (progression des besoins, réduction de la rusticité), de l'intensification fourragère (épuisement des sols, déséquilibre alimentaire des plantes), de la simplification et de l'uniformisation des rations (prairies monovariétales).

Ces maladies s'expriment par des troubles cliniquement visibles ou décelables avant ou pendant leur début par la biochimie clinique.

##### 4.1 - Notion de biochimie clinique

Le principe fondamental à la base de la biochimie clinique est que tout trouble pathologique débute par un déséquilibre qui s'amorce au niveau du milieu intérieur et consécutivement amène une modification des paramètres biochimiques du sang.

##### 4.2 - Modification des paramètres biochimiques du sang dans les maladies nutritionnelles et métaboliques

La rupture de l'équilibre alimentaire entraîne une pathologie plus ou moins caractéristique selon le cas, en même temps que l'on assiste à une détérioration des performances zootechniques des animaux.

Les troubles observés peuvent découler directement d'un apport inadéquat de nutriments : maladies par carence, par excès, intoxications alimentaires, ou, être liés à une altération des voies métaboliques permettant l'utilisation des nutriments : maladies métaboliques.

En fait, la distinction entre maladie par carence, ou excès et maladies métaboliques n'est pas aussi simple et rigoureuse qu'elle peut le paraître de prime abord. Un trouble peut être engendré à la fois par le déficit en un nutriment donné et par l'anomalie métabolique que le déficit peut engendrer.

Il y a chez les animaux domestiques toute une gradation étiologique dans les maladies qualifiées de métaboliques mais, nous ne faisant état ici, que des maladies métaboliques les plus fréquemment contractées par les bovins et faisant varier les paramètres que nous avons étudiés.

- l'acétose : en période de lactation. Elle entraîne une hypercétonémie et une hypoglycémie ; elle apparaît surtout chez les vaches laitières hautes productrices en début de lactation.
- la tétanie d'herbage : elle est due à un déséquilibre nutritionnel surtout en élevage intensif ; elle apparaît en début de lactation mais plus proche de ce début que la cétose. Elle provoque, sur le plan biochimique, une hypomagnésiémie juste avant le début des signes cliniques et une hypocalcémie associée à une hypophosphorémie.
- le coma vitulaire : atteint la vache après le part en général et biologiquement caractérisée par un déséquilibre humoral complexe où domine l'hypocalcémie ; elle frappe également les vaches qui ont une production de lait importante, plusieurs autres facteurs influent sur l'incidence de la maladie. Il y a aussi une hypophosphatémie et souvent une hypomagnésiémie.

Les ostéopathies nutritionnelles : les ostéopathies dysmétaboliques :

- l'ostéoporose ; elle affecte les jeunes ruminants et les vaches laitières en lactation ; elle est due à une carence protéino-calorique associée à une carence calcique.

- l'ostéofibrose : liée à un excès de P dans l'alimentation ou à un excès de Vitamine D.
- le rachitisme et l'ostéomalacie.

La principale cause est l'insuffisance ou le déséquilibre du rapport phosphocalcique (Ca/p) par carence en Ca ou en P ; cas observés chez des animaux nourris avec du fourrage de mauvaise qualité par exemple.

Le rachitisme se rencontre chez les jeunes, surtout exclusivement nourris au lait car ce dernier est pauvre en Ca. L'ostéomalacie sévit fréquemment chez les vaches laitières utilisées à une maturité artificielle (le squelette n'a pas atteint son développement définitif).

. Les phosphates diminuent

L'étude des protéines plasmatique n'est souvent qu'un faible recours dans l'identification des causes nutritionnelles. (63)

Si le dosage des constituants biochimiques est aisée, il n'en est pas le cas pour l'interprétation des résultats par le clinicien. Surtout en ce qui concerne nos élevages où les valeurs de références ne sont pas encore toutes établies.

## 5 - NOTION DE PROFIL METABOLIQUE (biochimique)

### 5.1 - Définition (15)

C'est une épreuve reposant sur la connaissance simultanée des concentrations d'un certain nombre de constituants du sang considérés comme un reflet de l'activité métabolique, soit d'un individu isolé (profil individuel), soit d'un ensemble de sujets représentant un échantillon du

troupeau et dont l'information peut permettre une estimation, au sens statistique, du profil moyen du troupeau dont il provient.

#### 5.2 - But (15)

Le profil métabolique, qui comporte essentiellement des analyses biochimiques -

- On emploie aussi le terme de profil biochimique - vise à déceler toute anomalie indicatrice d'un trouble biochimique associé soit à une maladie inapprente ou en phase de développement préclinique (cas des maladies métaboliques), soit, plus simplement, à un déséquilibre alimentaire préjudiciable à la rentabilité de l'unité de production.

#### 5.3 - Intérêt du profil biochimique en alimentation

L'intérêt des analyses biochimiques pour le nutritionniste peut être de deux ordres (63).

- diagnostic spécifique, précoce et même préventif par rapport aux manifestations cliniques des maladies nutritionnelles et métaboliques, résultant d'une erreur alimentaire plus ou moins incidiuse.

- interprétation de l'état nutritionnel pour juger de la bonne couverture des besoins, voir tenter d'évaluer ceux-ci.



DEUXIEME PARTIE

EXPERIMENTATION

Dans un premier chapitre, nous avons présenté le matériel animal, technique et les méthodes utilisées.

Ensuite, dans un deuxième chapitre intitulé résultats et discussion, nous avons présenté les résultats obtenus et essayé de discuter des méthodes et de ces résultats.

## CHAPITRE PREMIER : MATERIEL ET METHODES

### 1 - MATERIEL

#### 1.1 - Animal

##### 1.1.1 - Composition, description générale et aptitudes

Les animaux intéressés par notre étude sont ceux des troupeaux de zebus gobra du Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de DAHRA, de la Clinique Vétérinaire de l'E.I.S.M.V. (Route de Rufisque) et de la ferme de SANGALKAM.

Le zébu gobra est une race de grande taille ; la robe généralement blanche et les cornes, en lyre haute chez le boeuf et la vache, sont courtes chez le taureau. Il est répandu dans les zones sahéliennes d'Afrique occidentale avec des variations plus ou moins marquées et sous d'autres appellations (43). Son expansion a été favorisée par les guerres.

Son aptitude bouchère est dominante (19). La production laitière est faible mais suffisante pour le veau ; elle est surtout exploitée par les éleveurs traditionnels. Il a une grande force de travail qui est utilisée en culture attelée au Sénégal. Le zébu gobra est susceptible d'amélioration (18).

### 1.1.2 - Description de l'environnement des animaux

Les animaux sont situés dans deux régions différentes : La zone sylvopastorale ou Ferlo pour les animaux du CRZ de Dahra et la Région du CAP-VERT pour ceux de la Clinique et la ferme de SANGALKAM.

\* Le CRZ de Dahra est situé au Nord-Est du ferlo. Cette dernière est une vaste plaine à vocation économique essentiellement pastorale, s'étendant dans la partie Nord du Sénégal. On estime en effet, dans cette zone, les 2/3 du cheptel (bovin, ovin, caprin) du Sénégal.

Le climat est de type sahélo-soudanien. Les températures sont généralement élevées et peuvent atteindre 40° C au milieu de la saison sèche. L'année est divisée en deux saisons bien tranchées :

- une saison des pluies réduite en moyenne à 3 mois, de Juillet à Septembre/Octobre et s'amenuisant du Sud vers le Nord.

- une saison sèche diminuant du Nord au Sud, d'une durée moyenne de 8 à 9 mois.

Les précipitations sont faibles et irrégulièrement réparties dans le temps et dans l'espace. La quantité d'eau dépasse rarement 500 mm. Comme dans toutes les zones **présaharienne**, l'eau constitue le facteur limitant des peuplements. Le mode d'élevage est dominé par la nécessité de la transhumance, à la recherche de mares, mais aussi de pâturages naturels.

Le CRZ de DAHRA couvre une superficie de 6800 ha dont 900 ha pour la petite concession dans laquelle se trouvent les services administratifs et 5900 ha pour la grande concession ; cette dernière est divisée en 22 parcelles dans lesquelles pâturent les animaux répartis en troupeaux par catégories d'âges. Un forage alimente les abreuvoirs de la grande concession. Le courant est fourni par un groupe électrogène.

\* La région de CAP-VERT est située sur le littoral atlantique du Sénégal. Le climat est celui d'alizé marin.

\*La ferme de SANGALKAM, dans les Niayes, a un micro-climat côtier, peu différent de celui de la Presqu'île du CAP-VERT. La température présente des amplitudes diurnes un peu plus fortes qu'à DAKAR. Les températures maximales et minimales moyennes sont 32° C et 19,8° C. La pluviométrie, pratiquement nulle de Novembre à Mai, est en moyenne de 650 mm. La Clinique Vétérinaire est sise dans la ville de DAKAR (Route de Rufisque) à côté de l' abattoir.

### 1.1.3 - Mode d'élevage

\*Les troupeaux du CRZ de DAHRA vivent en élevage extensif amélioré dans les parcelles, gardés par les bergers salariés. Chaque troupeau passe le temps dans une parcelle et lorsque le fourrage de cette dernière s'épuise, il est transféré dans une autre. Notons que durant nos prélèvements il n'y a pas eu de changement de parcelles.

L'abreuvement se fait à volonté dans les abreuvoirs.

Ainsi, le pâturage des parcelles constituent l'alimentation exclusive du bétail ; il est constitué de végétation herbacée (graminée) à laquelle s'ajoutent occasionnellement le feuillage et les gousses de certains arbustes qui sont beaucoup appréciés par les animaux. Ce pâturage est considéré suffisant pour ces animaux élevés que pour des recherches zootechniques et, de ce fait, ils ne reçoivent aucune supplémentation qui, selon les techniciens du Centre, serait non économique, donc un gaspillage. Seuls les veaux reçoivent un complément de concentrés au moment du sevrage.

La composition botanique des parcelles est dominée principalement par :

- graminées :

- . *Aristida mutabilis*
- . *Eragrotis tremula*
- . *Schoenofeldia gracilis*
- . *Cenchrus biflorus*
- . *Zornia golchidiata*
- . *Andropogon gayanus*.

- ligneux :

- . *Balanites aegyptiaca*
- . *Acacia nilotica*
- . *Acacia tortilis*
- . *Guiera senegalensis*.

La longue saison sèche transforme les foins d'hivernage en paille peu digeste et pauvre en éléments nutritifs. Il a été montré que ces pâturages sont pauvres en Ca et P durant toute l'année (25). Les eaux de forage aussi sont pauvres en P. La mauvaise qualité de cette herbe est à l'origine des carences en protéines, énergie et minéraux.

Les troupeaux tirent donc tous les éléments nutritifs à partir de ce pâturage naturel.

\* A la Clinique, les animaux sont en stabulation permanente ; ils y ont été amenés pour des expérimentations en reproduction. Leur ration était composée depuis leur arrivée en 1989, et cela, jusqu'à la fin du mois d'Avril, de 4 concentrés :

- . grains de coton : 25%
- . coques d'arachides : 25%
- . melasse : 25%
- . son de blé : 25%.

Chaque sujet recevait 4 kg de ce mélange, la matin et le soir.

Mais depuis le début du mois de Mai jusqu'au moment de nos prélèvements, la ration était réduite uniquement à la fane d'arachide, suite à des difficultés financières. Cette fane est distribuée à raison d'un sac pour 3 vaches.

\* A SANGALKAM, les animaux sont également en stabulation et la ration comprend les concentrés dans les proportions suivantes :

. coques d'arachides	: 50%
. Mélasse	: 27%
. Grains de coton	: 14,8%
. Tourteaux d'arachide	: 7%
. Sel de cuisine	: 0,2%.

Une expérimentation sur la supplémentation en phosphates de TAÏBA et de THIES est en cours sur ces animaux et de ce fait, ces phosphates sont mélangés à la ration. La distribution journalière est de 8 kg/animal pour les adultes et 6 kg pour les veaux. A noter qu'il y a des refus.

## 1.2 - Matériel technique

Il est composé de matériel de prélèvement, de froid, de centrifugation et d'analyse.

- Pour les prélèvement de sang nous avons utilisé :

- . des tubes avec anticoagulant \$héparine de sodium ou(héparine de lithium) (VENOJECT ND), d'une capacité de 10 ml, pour recueillir le sang.
- . des tubes à hémolyse de 5 ml dans lesquels le plasma est recueilli après centrifugation et congelé.
- . des porte-tubes (embouts)
- . des aiguilles à usage unique.

- Le matériel de centrifugation comprend :

- \* hématoците : . Une centrifugeuse microhématoците  
marque HAWKSLEY
- . des tubes capillaires microhématoцитes
- . du mastic
- . un lecteur microhématoците marque  
HAWKSLEY
  
- \* plasma : . Une centrifugeuse marque JOUAN
- . des micropipettes.

La centrifugation pour l'hématoците a été faite à 5000 t/mn pendant 10 mn et 3500 t/mn pendant 15 mn pour le plasma.

- Le matériel de froid :

A DAHRA, les plasmas sont mis dans un congélateur et pendant le transport à DAKAR, dans une glacière contenant des générateurs de froid.

Au Laboratoire de Biochimie de l'E.I.S.M.V., les plasmas sont conservés dans un congélateur ; les dosages commencent dès le lendemain et se terminent en moins d'une semaine.

- Le matériel d'analyse est composé :

- . de réactifs BIOMERIEUX
- . d'un spectrophotomètre marque VARIAN DMS 80,  
UV visible
- . un refractomètre marque ATAGO SPR-T2
- . un bain-marie.

## 2 - Méthodes

### 2.1 - Choix des animaux

La plupart des études sur les bovins au Sénégal a été faite surtout sur la race Gobra. Une des raisons principales de ce choix est certainement le fait que c'est la race la plus répandue pouvant survivre dans le climat chaud et désertique de la zone d'élevage du pays.

En ce qui nous concerne, nous avons choisi également le zébu gobra pour la raison sus-évoquée, et, en outre, il existe des données biochimiques sur cette race pouvant aider à l'interprétation des résultats. De plus, des élevages extensifs améliorés (Centre de Recherche) permettant d'avoir des renseignements précis sur la méthode d'élevage.

Sur le plan pratique, presque tous les auteurs étudiant les profils biochimiques ne font pas des prélèvements sur tout un troupeau mais, choisissent un échantillon de taille variable selon chacun, qu'il juge représentatif ; le facteur coût intervient dans ce choix (20). Pour notre cas, nous avons considéré les animaux par catégories (taureaux, vaches tarées, génisses, taurillons). et avons fait des prises de sang sur 10 animaux au hasard dans une catégorie.

Étudiant l'influence des facteurs alimentaires sur la biochimie plasmatique d'animaux cliniquement sains, la constitution de groupes nous permet d'éliminer certains facteurs de variations tels que l'âge, le sexe, la saison.

A la Clinique et à SANGALKAM, les prélèvements ont été faits seulement au mois de Mai.

## 2.2 - Prélèvements de sang

Les prises de sang ont été effectuées par ponction de la veine jugulaire avec une aiguille montée sur un embout. Le sang est recueilli dans les tubes avec anticoagulant. La centrifugation et les conditions de transport ont été définies dans le paragraphe matériel technique.

## 2.3 - Analyses biochimiques

Les analyses ont été faites au Laboratoire du Département de Physique et Chimie biologiques et médicales de l'E.I.S.M.V. des protéines ont été dosées par refractométrie, l'hématocrite est mesuré peu après la prise de san.



Les autres éléments ont été dosés par des techniques colorimétriques selon les indications du fabricant BIOMERIEUX.

#### 2.4 - Analyse statistique

La tâche que nous avons entreprise est une étude au niveau du troupeau. Une analyse statistique est donc indispensable. Le traitement informatique est utilisé.

Les calculs ont été effectués sur ordinateur MACINTOSH II CX en utilisant le logiciel STAT WORKS. Le traitement statistique des données a reposé sur l'utilisation de deux méthodes :

- la statistique description à une dimension qui a permis d'obtenir le paramètre de position (moyenne arithmétique) et les paramètres de dispersion (l'écart-type).

- la distribution t de STUDENT permet de matérialiser qualitativement la différence de probabilité entre deux distributions. Les distributions t sont des distributions en cloche symétrique donc asymptotiquement normales.

La différence de probabilité n'est significative qui si elle est  $< 0,05$  ( $P < 0,05$ ).

## CHAPITRE DEUXIÈME : RESULTATS ET DISCUSSION

### 1 - RESULTATS

Nos résultats seront présentés en fonction de deux aspects :

- la dégradation du disponible fourrager d'un mois à l'autre. Ce qui nous amène à faire les comparaisons suivantes :

- . les taureaux au mois de Mars et au mois d'Avril  
(Fig. I et II ) (pages 64 et 65)
- . les taurillons au mois de Mars et au mois d'Avril  
(Fig. III et IV) (pages 66 et 67)
- . les génisses au mois de Mars et au mois d'Avril  
(Fig. V et VI) (pages 68 et 69)

- En fonction du type d'alimentation. Ce qui nous amène à faire les comparaisons suivantes :

- . les taureaux de DAHRA et ceux de SANGALKAM  
(Fig. VII et VIII) (pages 70 et 71)
- . les taurillons de DAHRA et ceux de SANGALKAM  
(Fig. IX et X) (pages 72 et 73)
- . les vaches de DAHRA et celles de la Clinique  
(Fig. XI et XII) (pages 74 et 75)

Les valeurs moyennes des animaux dans chaque système alimentaire sont colligées dans les tableaux VIII et IX (pages 62 et 63).

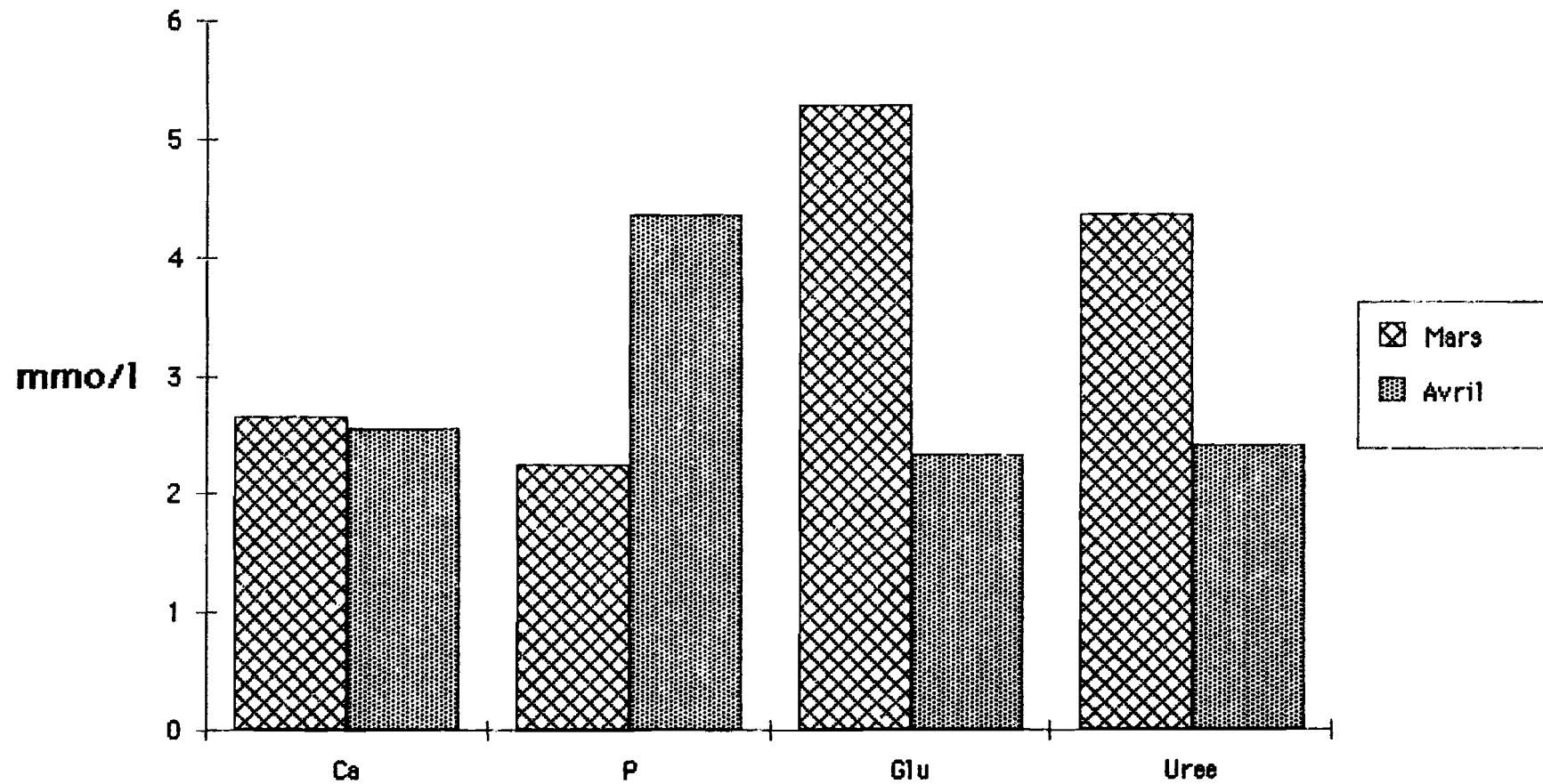
		HEMATOCRITE %	PT g/l	Ca mmol/l	P mmol/l	Glu mmol/l	Urée mmol/l	Créatinine μmol/l
TAUREAUX	DAHRA	38,35 ± 8,13	67,2 ± 6,4	2,55 ± 0,33	4,37 ± 0,97	2,34 ± 0,68	2,41 ± 0,57	173,1±54,7
	SANGALKAM	35,2 ± 5,24	72,8 ± 7,40	2,29 ± 0,30	2,64 ± 0,30	4,14 ± 0,763	8,20 ± 1,65	140,6±30,8
TAURILLONS	DAHRA	30,08 ± 3,4	57,9 ± 5,3	2,69 ± 0,32	2,12 ± 0,42	4,49 ± 1,29	3,13 ± 1,07	104,27 ±38,90
	SANGALKAM	34 ± 2,58	66,4 ± 4,59	1,71 ± 0,40	2,71 ± 0,63	3,89 ± 0,61	7,78 ± 1,14	125,8 ± 27,83
VACHES	DAHRA	35,33 ±4,47	59,55± 7,50	2,95 ± 0,61	2,25 ± 0,61	4,14 ± 2,43	2,47 ± 0,41	156,60± 25,40
	CLINIQUE	39,6 ± 5,8	76,5 ± 3,4	2,13 ± 0,33	2,33 ± 0,775	5,10 ± 0,77	5,38 ± 0,89	135,69± 28,64
SIGNIFI- CATIONS	TAUREAUX	ns	ns	ns	P = 0,001	P = 0,001	P = 0,001	ns
	TAURILLONS	P < 0,05	P < 0,01	P = 0,001	P < 0,05	ns	P = 0,001	ns
	VACHES	ns	P = 0,001	P = 0,001	ns	ns	P = 0,001	ns

TABLEAU IX - Moyennes, écart-types et significations des paramètres des animaux de DAHRA, SANGALKAM et de la CLINIQUE.

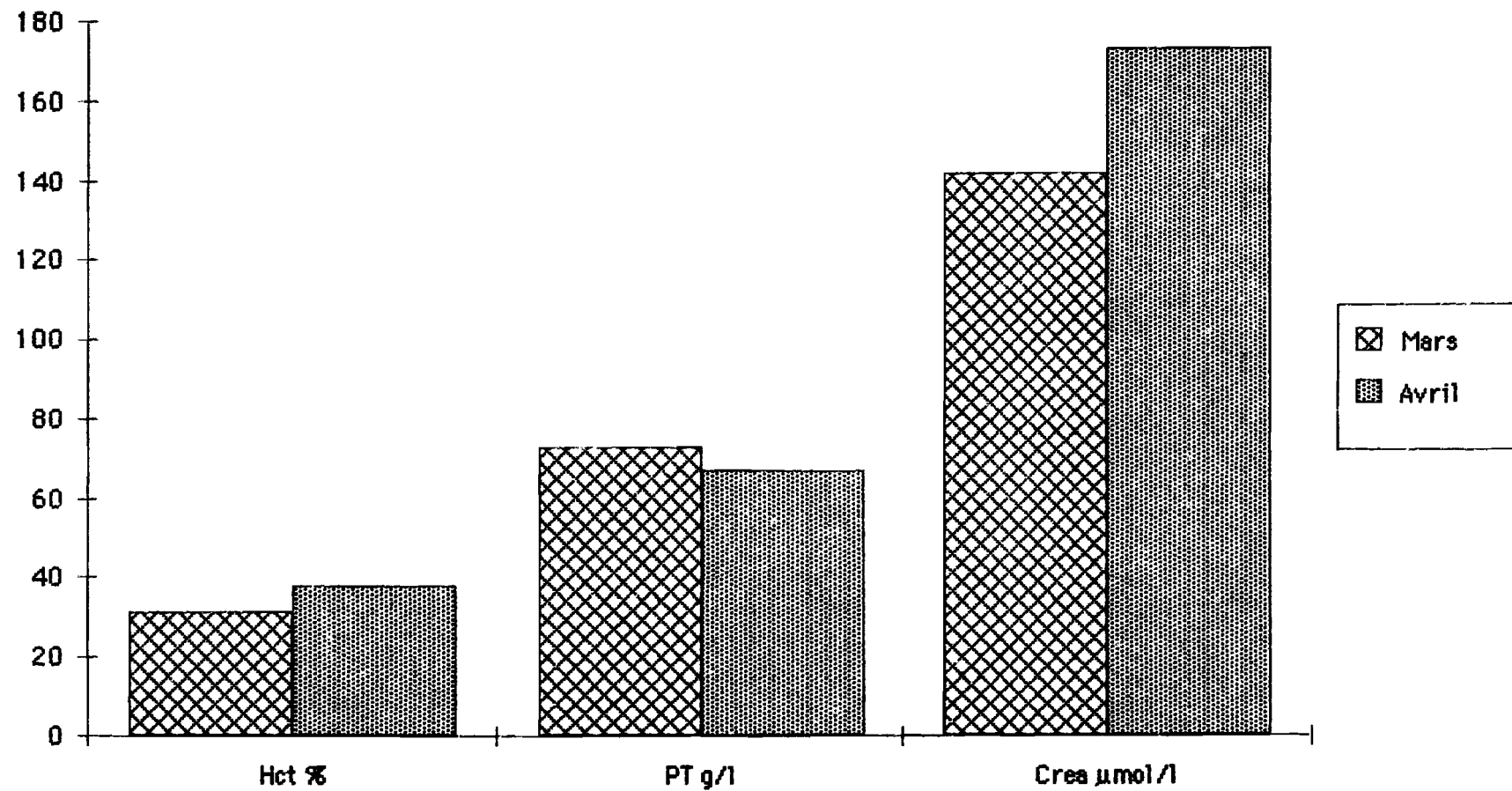
		HEMATOCRITE %	PT g/l	Ca mmol/l	P mmol/l	Glu mmol/l	Urée mmol/l	Créatinine μmol/l
TAUREAUX	DAHRA	38,35 ± 8,13	67,2 ± 6,4	2,55 ± 0,33	4,37 ± 0,97	2,34 ± 0,68	2,41 ± 0,57	173,1±54,7
	SANGALKAM	35,2 ± 5,24	72,8 ± 7,40	2,29 ± 0,30	2,64 ± 0,30	4,14 ± 0,63	8,20 ± 1,65	140,6±30,8
TAURILLONS	DAHRA	30,08 ± 3,4	57,9 ± 5,3	2,69 ± 0,32	2,12 ± 0,42	4,49 ± 1,29	3,13 ± 1,07	104,27 ±38,90
	SANGALKAM	34 ± 2,58	66,4 ± 4,59	1,71 ± 0,40	2,71 ± 0,63	3,89 ± 0,61	7,78 ± 1,14	125,8 ± 27,83
VACHES	DAHRA	35,33 ±4,47	59,55± 7,50	2,95 ± 0,61	2,25 ± 0,61	4,14 ± 2,43	2,47 ± 0,41	156,60± 25,40
	CLINIQUE	39,6 ± 5,8	76,5 ± 3,4	2,13 ± 0,33	2,33 ± 0,75	5,10 ± 0,77	5,38 ± 0,89	135,69± 28,64
SIGNIFI- CATIONS	TAUREAUX	ns	ns	ns	P = 0,001	P = 0,001	P = 0,001	ns
	TAURILLONS	P < 0,05	P < 0,01	P = 0,001	P < 0,05	ns	P = 0,001	ns
	VACHES	ns	P = 0,001	P = 0,001	ns	ns	P = 0,001	ns

TABLEAU IX - Moyennes, écart-types et significations des paramètres des animaux de DAHRA, SANGALKAM et de la CLINIQUE.

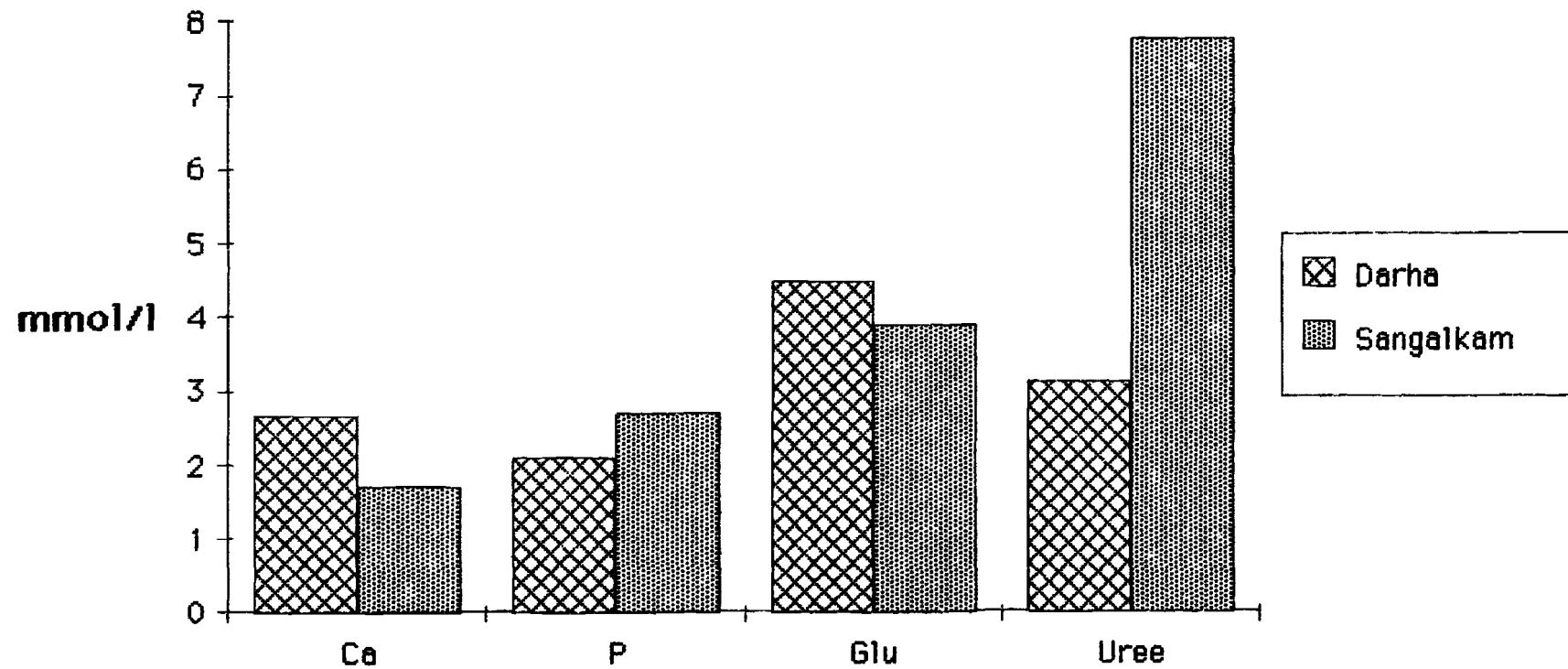
**Figure n°1: Calcémie, Phosphorémie, Gycémie et Urémie chez les Taureaux au CRZ de Darha au mois de Mars et au mois d'Avril**



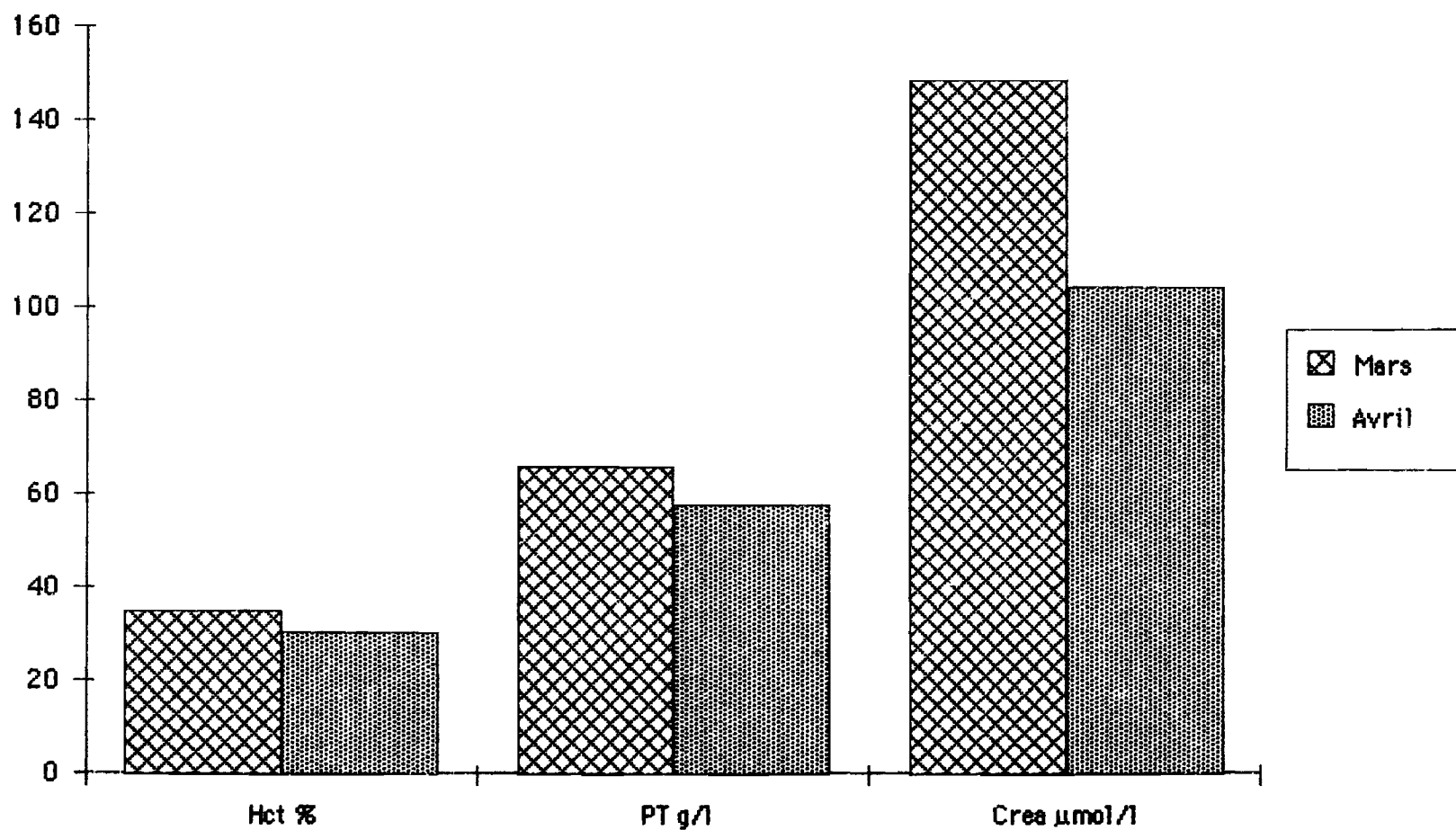
**Figure n °2 : Hématocrite, Protéïnémie et Créatininémie chez les taureaux du CRZ de Darha au mois de Mars et au mois d'Avril**



**Figure n° 3: Calcémie, Phosphorémie, Glycémie et Urémie des taurillons du CRZ de Darha et de la ferme de Sangalkam**

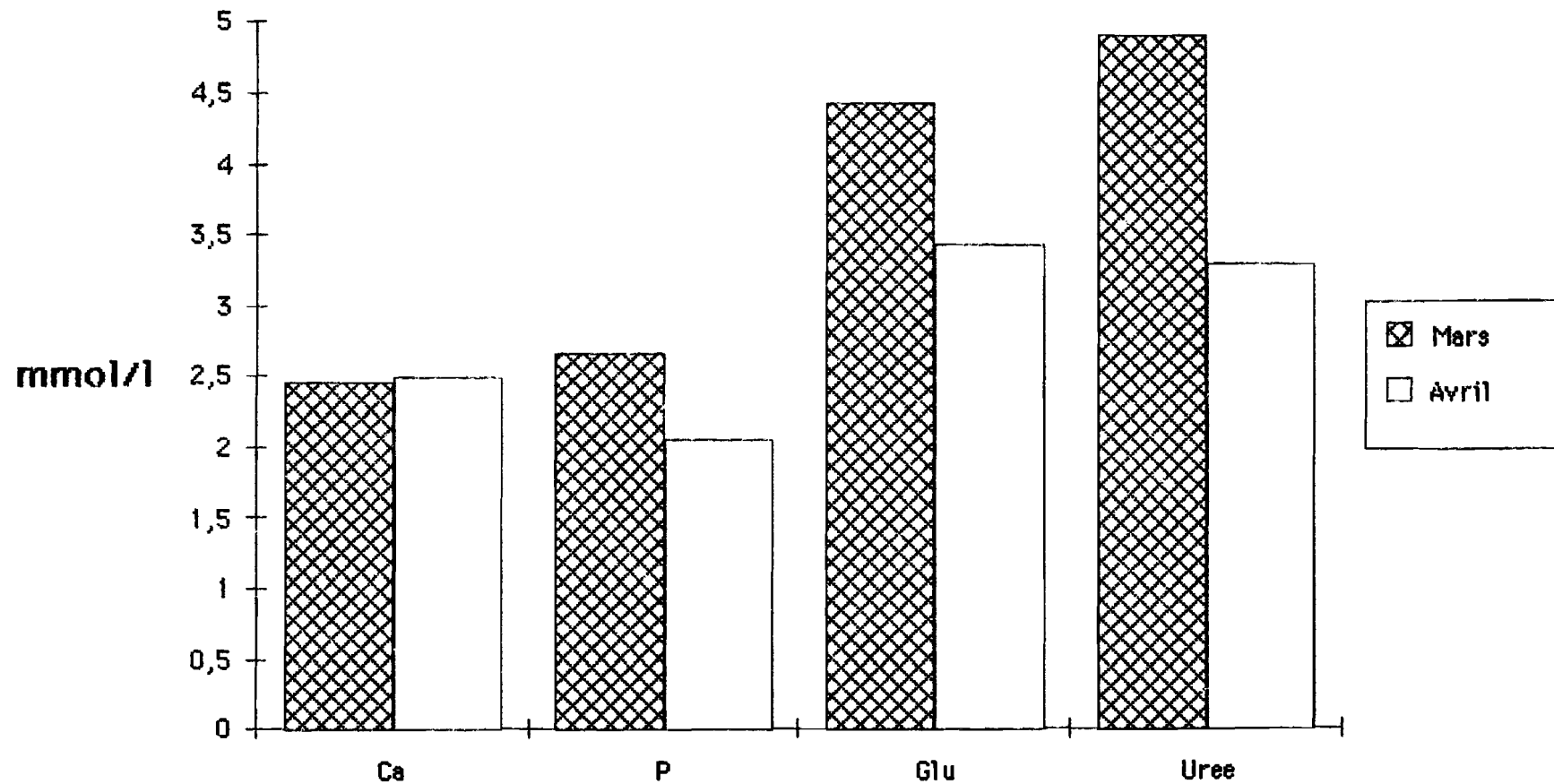


**Figure n° 4: Hématocrite, Protéïnémie, Créatininémie des taurillons du CRZ de Darha au mois de Mars et D'Avril**





**Figure n° 5 : Calcémie, Phosphorémie, Glycémie et Urémie des Génisses du CRZ de Darha au mois de Mars et d'Avril**



**Figure n° 6 : Hématocrite, Protinémie et Créatininémie des Génisses du CRZ de Darha au mois de Mars et au mois d'Avril**

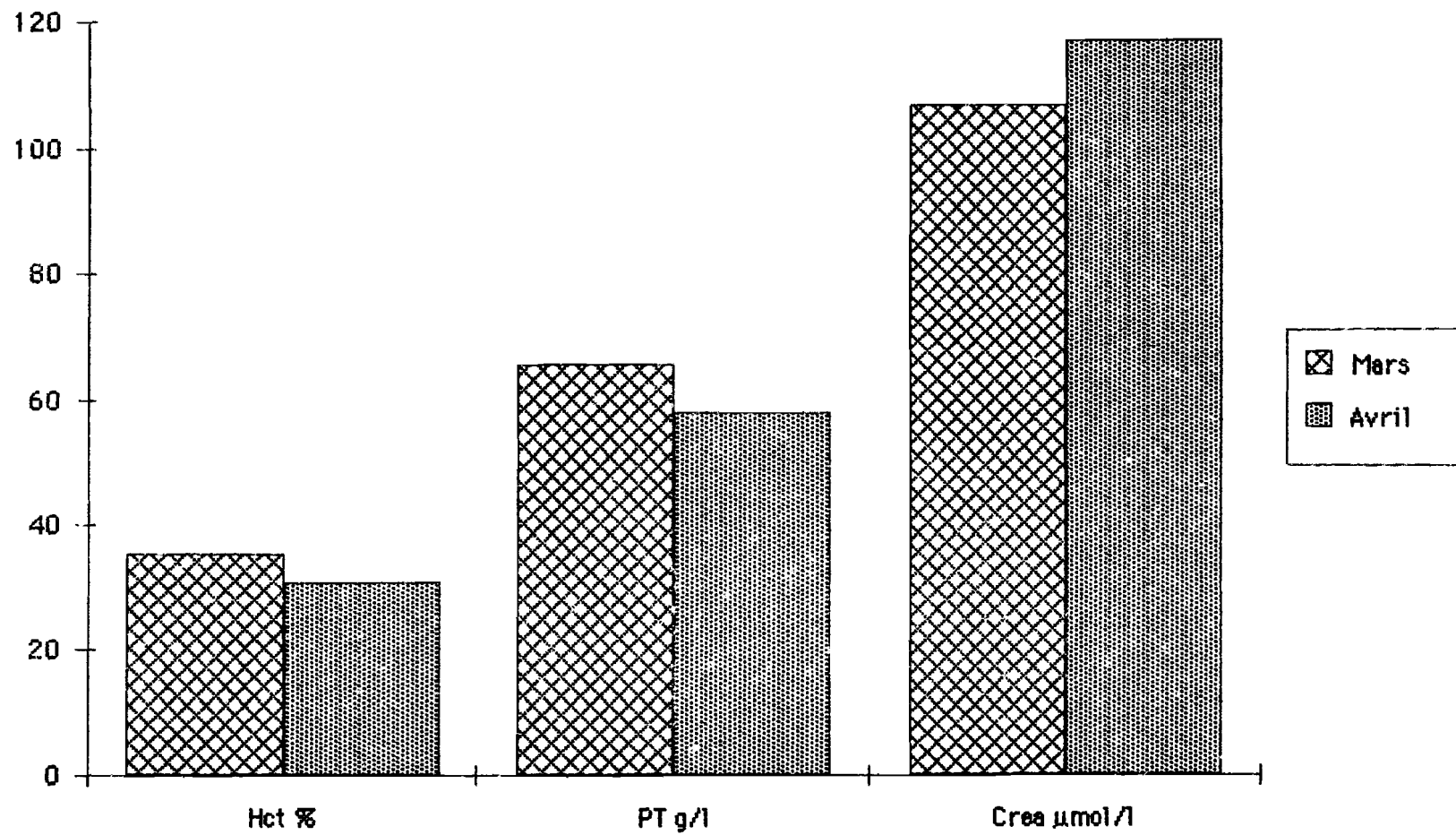
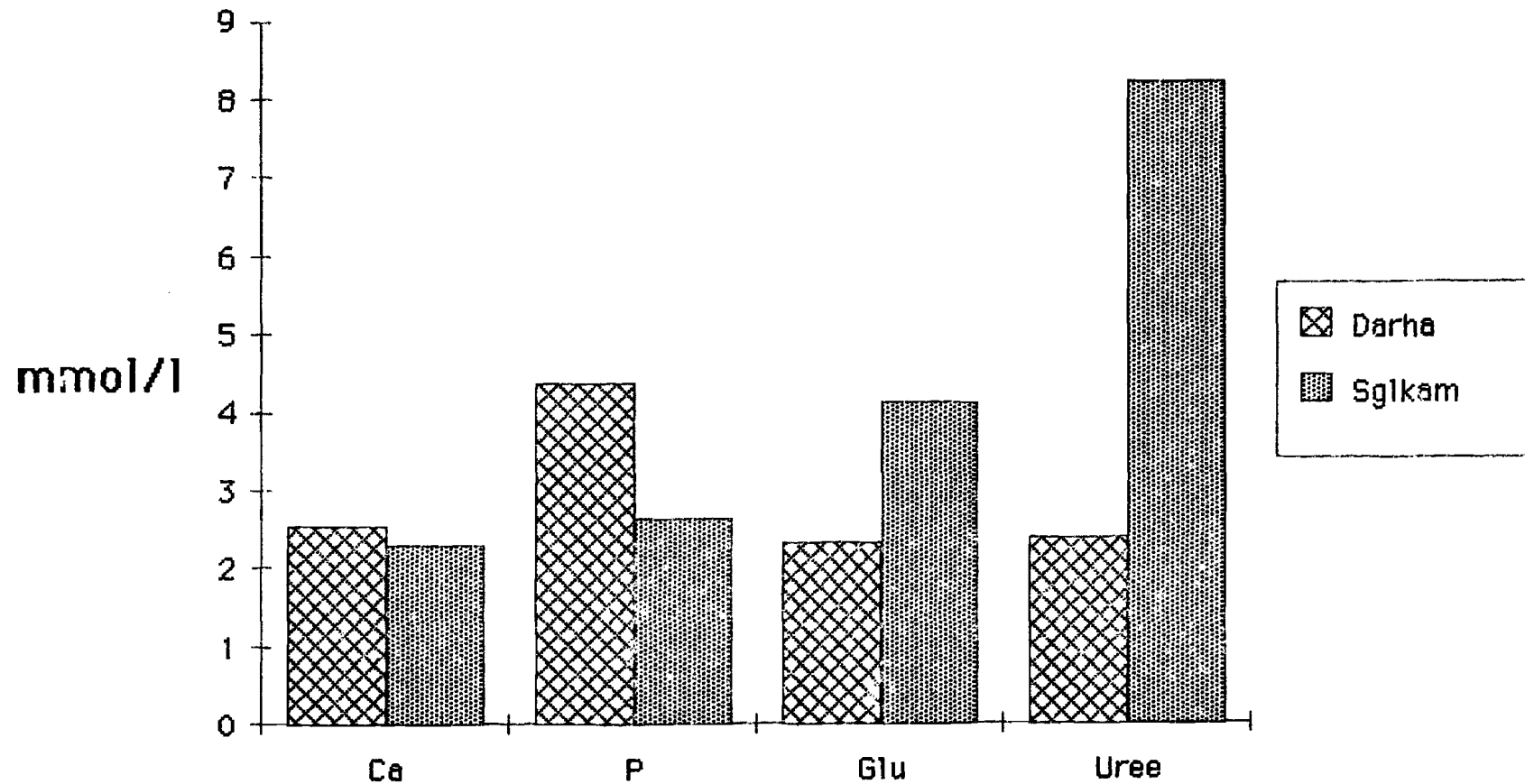
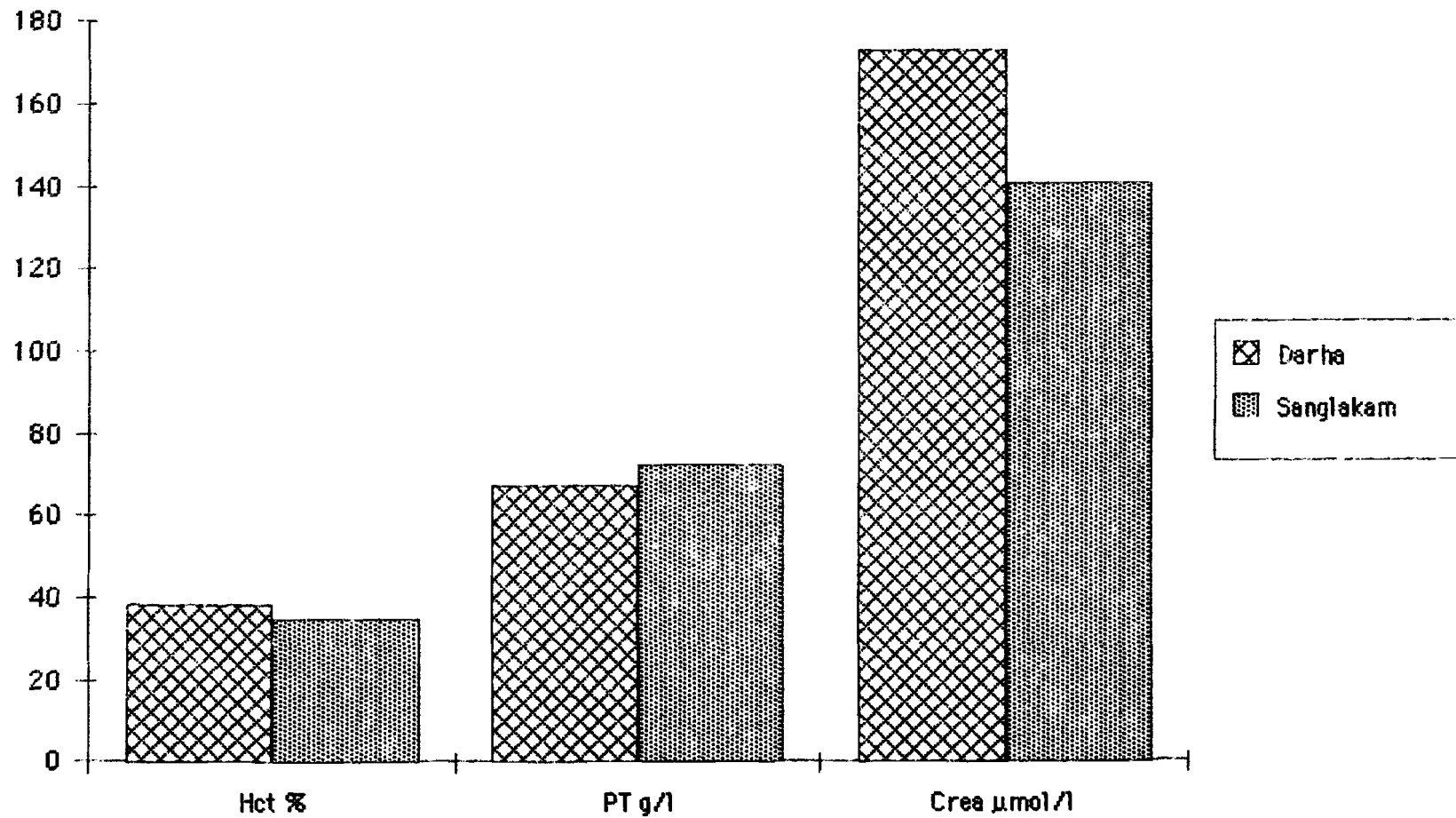


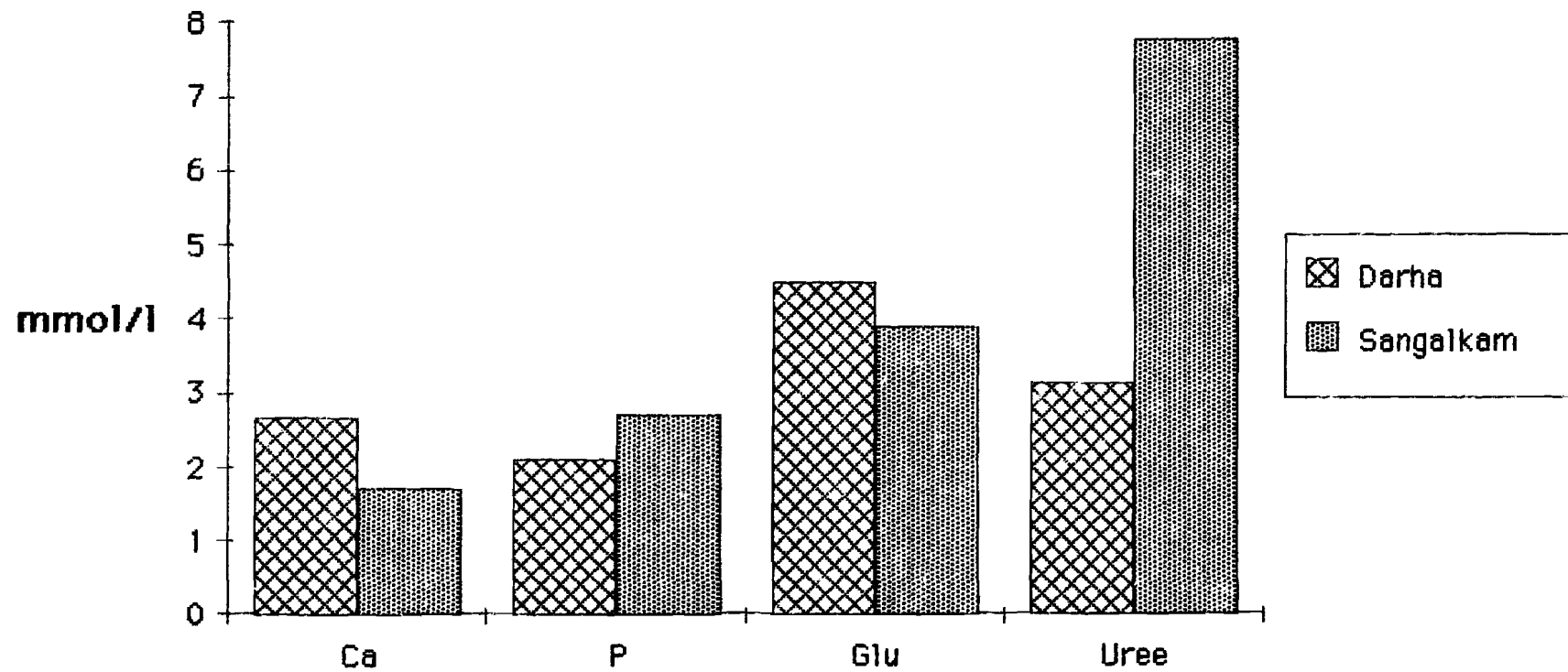
Figure n°7: Calcémie, Phosphorémie, Glycémie et Urémie des taureaux du CRZ de Darha et de la ferme de Sangalkam



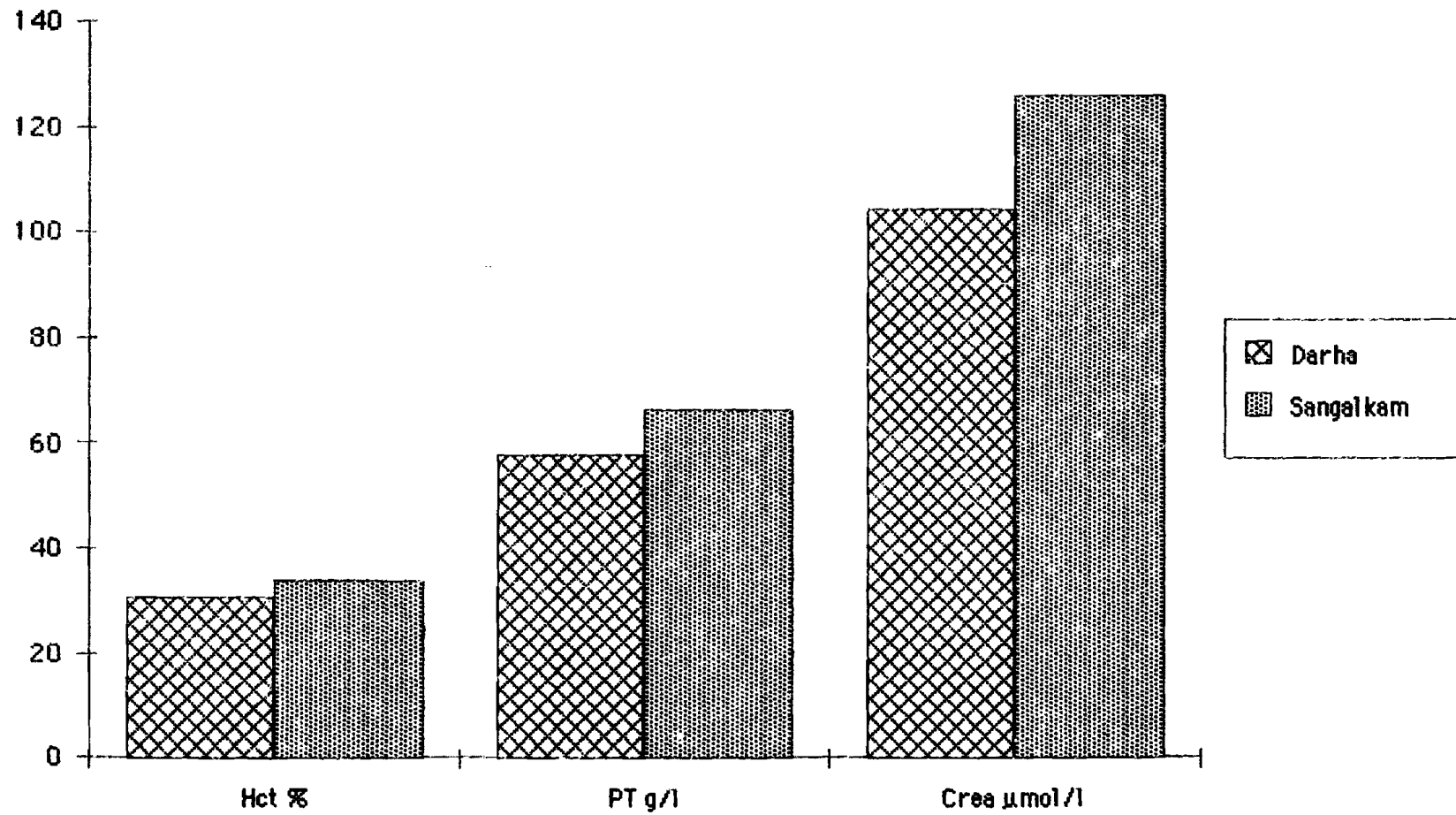
**Figure n° 8: Hématocrite, Protéinémie et Créatininémie des taureaux du CRZ de Darha et de la ferme de Sanglakam**



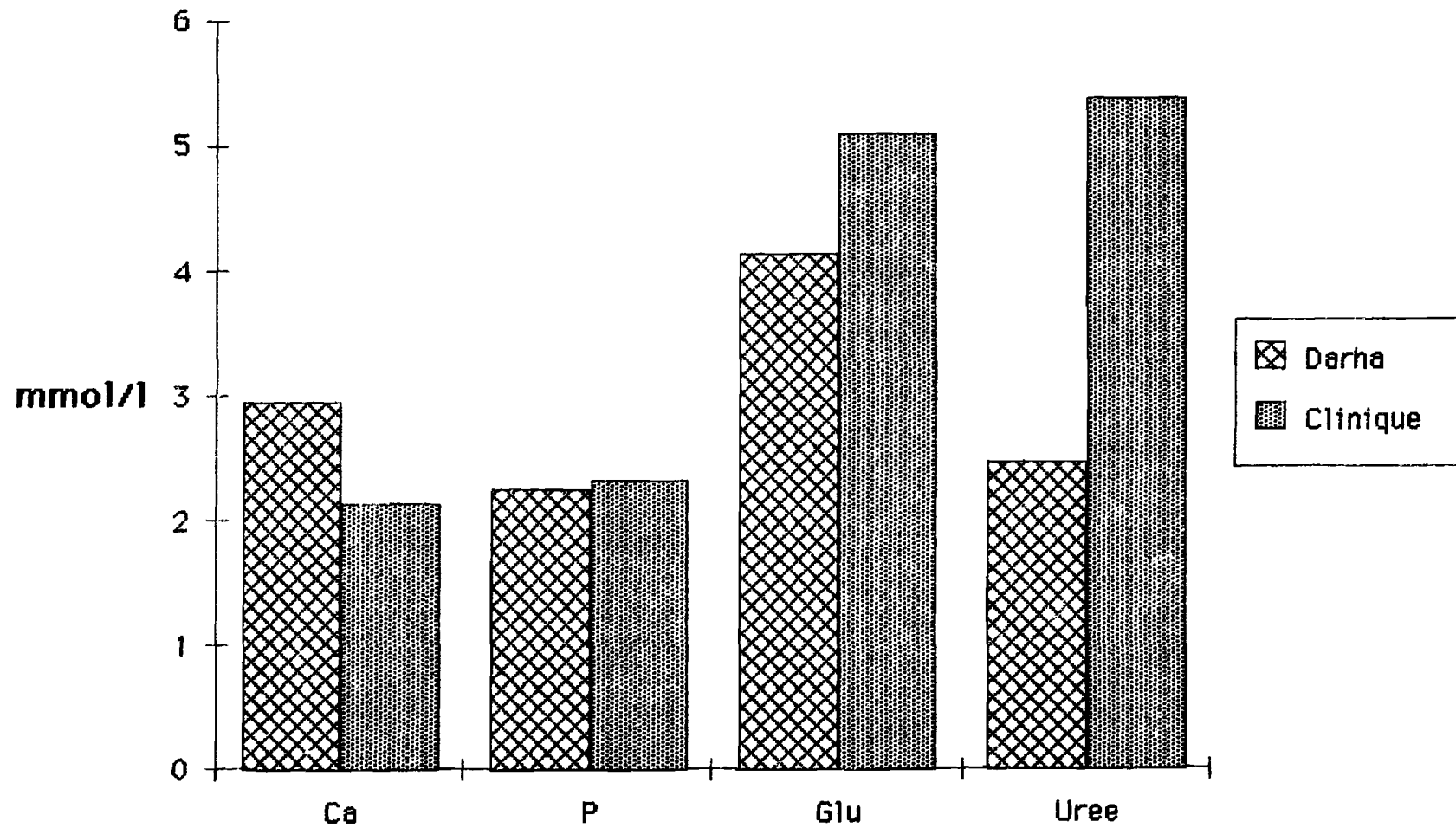
**Figure n° 9: Calcémie, Phosphorémie, Glycémie et Urémie des taurillons du CRZ de Darha et de la ferme de Sangalkam**



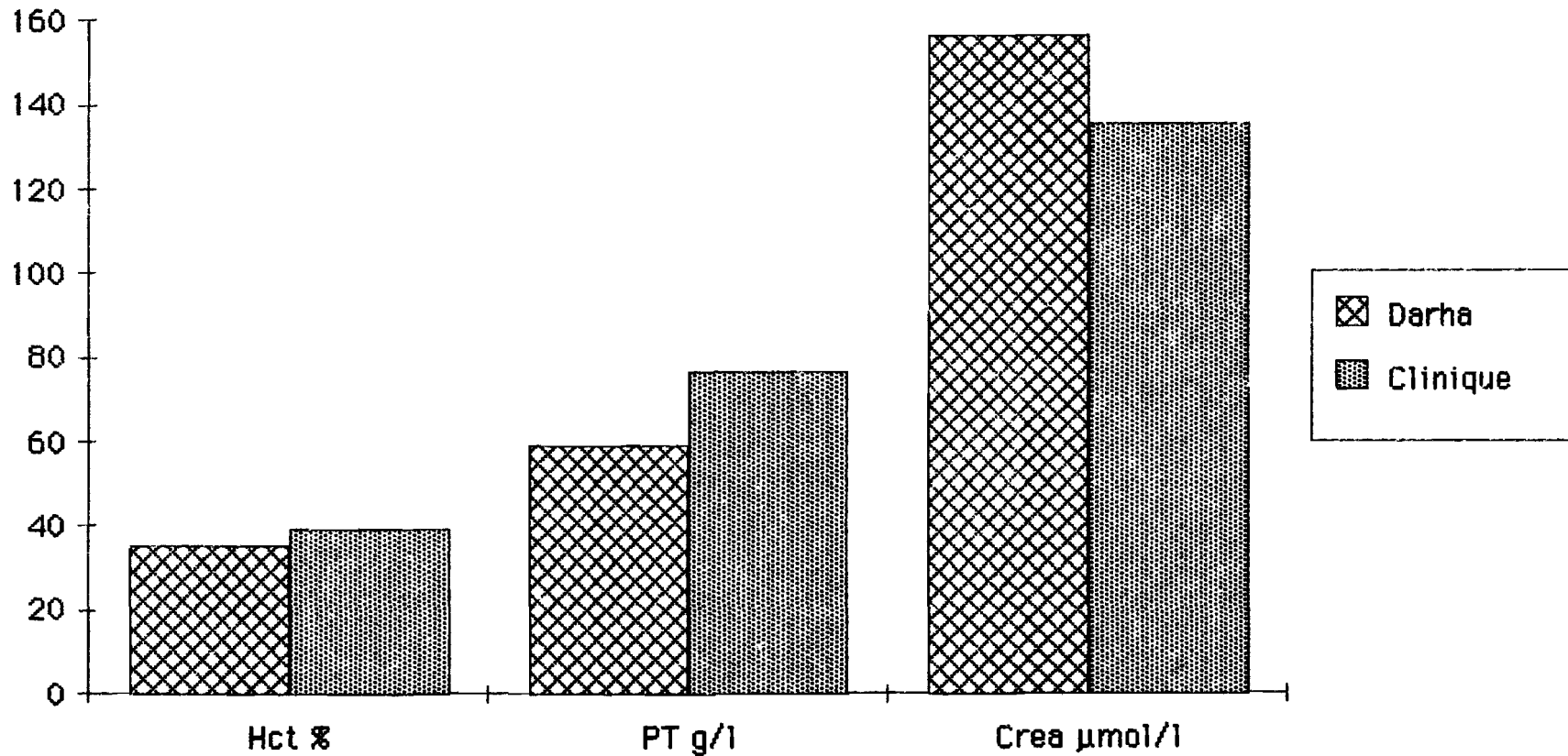
**Figure n° 10: Hématocrite, Protéinémie et Créatininémie des taurillons du CRZ de Darha et de la ferme de Sangalkam**



**Figure n° 11 : Calcémie, Phosphorémie, Glycémie et Urémie des vaches du CRZ de Darha et de la clinique**



**Figure n° 12 : Hématocrite, Protéinémie, Créatininémie des vaches du CRZ de Darha et de la Clinique**





## 1.1 - Les minéraux

### 1.1.1 - La calcémie

\* En fonction de la dégradation du disponible fourrager :

Il n'existe pas de différence significative (ns.) chez les taureaux, les taurillons et les génisses entre le mois de Mars et le mois d'Avril.

\* en fonction du type d'alimentation :

Il n'existe pas de différence significative entre les taureaux de DAHRA et ceux de SANGALKAM. Par contre, les valeurs sont significativement plus élevées chez les taurillons de DAHRA par rapport à ceux de SANGALKAM ( $P = 0,001$ ). De même, les vaches de DAHRA présentent des valeurs significativement plus élevées que celles de la Clinique ( $P = 0,001$ ).

### 1.1.2 - La phosphorémie

\* En fonction de la dégradation du disponible fourrager :

Il n'existe pas de différence significative chez les taurillons entre le mois de Mars et le mois d'Avril. Cependant, la phosphorémie est significativement plus élevée en Mars qu'en Avril chez les taureaux ( $P = 0,001$ ) et chez les génisses ( $P < 0,05$ ).

\* En fonction du type d'alimentation

Les taureaux de DAHRA présentent une phosphorémie significativement plus élevée que ceux de SANGALKAM ( $P = 0,001$ ). Chez les taurillons elle est significativement plus basse à DAHRA qu'à SANGALKAM. Entre les vaches de la Clinique de DAHRA il n'existe pas de différence significative.

## 1.2 - Les constituants organiques

### 1.2.1 - La protéinémie

\* En fonction de la dégradation du disponible fourrager :

La protéinémie est significativement plus élevée en Mars qu'en Avril chez les taureaux ( $P < 0,05$ ), chez les taurillons ( $P = 0,001$ ) chez les génisses ( $P = 0,001$ ).

\* En fonction du type d'alimentation :

Il n'existe pas de différence significative entre les taureaux de DAHRA et ceux de SANGALKAM. Mais entre les taurillons, ceux de DAHRA donnent une protéinémie significativement plus faible que ceux de SANGALKAM ( $P < 0,01$ ). Chez les vaches, celles de DAHRA également présentent des valeurs significativement plus faibles de la protéinémie que celles de la Clinique ( $P = 0,001$ ).

#### 1.2.2 - L'urémie

\* En fonction de la dégradation du disponible fourrager :

L'urémie est significativement plus faible en AVRil qu'en Mars chez les taureaux ( $P < 0,01$ ) et chez les génisses ( $P = 0,001$ ). Chez les taurillons il n'existe pas de différence significative.

\* En fonction du type d'alimentation :

Les taureaux et les taurillons de SANGALKAM présentent des urémies très significativement plus élevées que ceux de DAHRA ( $P = 0,001$ ). Les vaches de la Clinique ont présenté une moyenne d'urémie significativement plus élevée que celles de DAHRA ( $P = 0,001$ ).

#### 1.2.3 - La créatininémie

Il n'existe pas de différence significative entre les animaux dans les deux situations alimentaires.

#### 1.2.4 - Le glucose

\* En fonction du disponible fourrager :

Il existe une différence significative entre le mois de Mars et d'Avril chez les taureaux ; la moyenne de Mars est plus élevée ( $P = 0,001$ ), entre les génisses, les valeurs de Mars sont également significativement plus fortes ( $P < 0,01$ ).

Il n'existe pas de différence significative entre les taurillons.

\* En fonction du type d'alimentation :

La glycémie est significativement plus basse chez les taureaux de DAHRA que chez ceux de SANGALKAM ( $P = 0,001$ ).

Entre les taurillons de DAHRA et de SANGALKAM, il n'existe pas de différence significative. La glycémie ne diffère pas significativement entre les vaches de DAHRA et celles de la Clinique.

#### 1.2.5 - L'hématocrite

\* En fonction de la dégradation du disponible fourrager :

La moyenne des hématocrites des taureaux est significativement plus élevée en AVRil qu'en Mars ( $P < 0,05$ ). Mais chez les taurillons et les génisses, l'hématocrite est significativement plus faible en AVRil qu'en Mars ( $P < 0,01$ ).

\* En fonction du type d'alimentation :

Il n'existe pas de différence significative entre les taureaux de DAHRA et ceux de SANGALKAM. Il en est de même entre les vaches de DAHRA et celles de la Clinique.

Chez les taurillons, l'hématocrite est significativement plus élevée à SANGALKAM qu'à DAHRA ( $P < 0,05$ ).

## 2 - DISCUSSION

Elle aborde successivement le problème des choix dans la méthode et de celui des résultats pour chaque paramètre.

### 2.1 - La méthode

Elle intéresse le choix des animaux et des paramètres.

#### 2.1.1 - Choix des animaux

Des taureaux, taurillons, vaches tarées et des génisses de DAHRA Ont été utilisés. Ceci, dans le but d'une comparaison des résultats d'analyse avec d'autres obtenus sur d'autres animaux de la même race et âge de la Clinique et de la ferme de SANGALKAM. De plus, ce sont des animaux soumis à deux situations alimentaires bien déterminées.

#### 2.1.2 - Choix des paramètres

Les constituants plasmatiques qui viennent d'être dosés ont été retenus dans ce travail en tenant compte des possibilités analytiques du laboratoire de Biochimie de l'E.I.S.M.V.. En effet, le laboratoire est équipé de tous les appareils et réactifs nécessaires qui ont permis d'y réaliser toutes les analyses ; parce que seuls sont utiles les paramètres bien dosés. Par ailleurs, selon la bibliographie, certains constituants biochimiques plasmatiques sont en corrélations positive avec les apports alimentaires et d'autres en sont indépendants, ce que nous avons voulu montrer.

### 2.2 - Résultats pour chaque paramètre

Pour chaque élément, nous essayerons à chaque fois que cela est possible, de déterminer l'effet des facteurs alimentaires sur des situations observées.

#### 2.2.1 - La calcémie

\* La calcémie n'a pas varié significativement entre le mois de Mars et le mois d'Avril. Le squelette servant de volant de sécurité, la régulation hormonale est efficace et par conséquent

varie peu. Chez les vaches laitières soumises à des systèmes fourragers, il n'y a pas eu influence de la concentration sérique de Ca, selon GHISLAIN et coll. (28). Ils ont expliqué cela par le maintien, de manière très efficace, de la concentration de Ca sérique par le système endocrinien.

Les valeurs de la Calcémie sont plus élevées à DAHRA par rapport à SANGALKAM et à la Clinique. Paradoxalement, il semble qu'il y ait une plus forte concentration de Ca dans les fourrages de DAHRA que dans les concentrés de SANGALKAM et de la Clinique ; ce qui indiquerait que l'alimentation avait un effet, comme l'avait signalé MICHEL (48) qui pense que la calcémie suit à peu près les variations alimentaires.

Cette calcémie peu élevée chez les animaux de SANGALKAM et de la Clinique peut être due aussi à une faible disponibilité de Ca de la ration des animaux, comme l'avait dit ZOMA (64).

### 2.2.2 - La phosphorémie

Chez les taureaux et les génisses, les valeurs de la phosphorémie en Mars sont plus élevées que celles obtenues en Avril. Le mois d'Avril se situe dans une saison non favorable à l'élevage au Ferlo. EN effet, les pâturages où dominent les graminées peu riches en P (24-25) sont rares en cette saison sèche. Par ailleurs, les eaux d'abreuvement en sont elles aussi pauvres. Ces conditions réunies seraient sans doute responsables de la baisse de la phosphorémie en Avril. À ce sujet, FRIOT et CALVET avaient montré que les saisons où les apports alimentaires deviennent insuffisants, on assiste à une chute progressive et lente de la phosphorémie (24).

Chez les taurillons, il n'existe pas de différence significative mais les valeurs sont un peu plus faibles en Avril.

Les moyennes obtenues chez les taurillons à SANGALKAM sont plus élevées que celles présentées par les taurillons de

DAHRA. La complémentation en phosphates expliquerait cette différence.

Chez les vaches de DAHRA et de la Clinique, l'alimentation à base d'herbe pour toutes n'a pas entraîné une différence significative entre elles.

A l'inverse du Ca, le phosphore n'est pas soumis à une régulation endocrinienne stricte ; ce qui fait que sa concentration plasmatique varie sensiblement avec la qualité de l'alimentation.

### 2.2.3 - La protéinémie

Chez les taureaux, taurillons et génisses de DAHRA, la valeur de la protéinémie en Mars est plus élevée que celle relevée en Avril. La rareté et la pauvreté des fourrages en éléments nutritifs dont l'azote est la cause de la baisse de la protéinémie en AVRIL. EN effet, selon BOUDERGUES et CALVET (6), FRIOT et CALVET (24), le taux de protéines baisse en raison de la pauvreté en azote des pailles de saison sèche au Ferlo.

Chez les taureaux, il n'existe pas de différence significative entre ceux de DAHRA et ceux de SANGALKAM. En général, les taureaux sont moins vite sensibles à une sous-alimentation (ici à la dégradation des fourrages) ; ce qui explique qu'ils aient encore, en Avril, une protéinémie non différente significativement de celle présentée par les taureaux de SANGALKAM.

Par contre, la valeur de la protéinémie des taurillons de SANGALKAM est plus élevée que celle des taurillons de DAHRA ; ce qui s'explique encore par l'effet de la dégradation des fourrages, alors que ceux de SANGALKAM ont leur ration enrichie en protéines, à en juger par l'adjonction d'urée et de tourteaux d'arachide.

Les vaches de la Clinique présentent une protéinémie plus élevée que celles de DAHRA. Soumis à une alimentation peut différente, l'élévation de la valeur de la protéinémie chez les vaches de la Clinique par rapport à celles de DAHRA pourrait être due au fait que les vaches de la Clinique n'ont pas encore subit l'effet du changement de ration depuis la suppression des concentrés.

#### 2.2.4 - L'urémie

Chez les taureaux et les genisses, l'urémie, moins élevée en Avril par rapport au mois de Mars s'explique, comme pour les protéines, par la diminution quantitative et qualitative des pâturages. Ce qu'avaient constaté GHISLAIN et coll. (28) et soulignent que l'importance des apports protéiques serait surtout le facteur le plus influent.

Il n'existe pas de différence significative chez les **taurillons** entre le mois de Mars et le mois d'Avril.

Les taureaux et les taurillons de SANGALKAM présentent une urémie plus élevée que ceux de DAHRA. Ceci s'explique par l'importance des apports protéiques par la ration qui sont les plus importants à SANGALKAM et les plus faibles à DAHRA. Les vaches de la Clinique présentent des valeurs plus élevées que celles de DAHRA. Même interprétation que pour la protéinémie.

D'après COTTEREAU et coll. (15), le taux d'urée plasmatique est le reflet du pourcentage d'azote alimentaire. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'urémie est une donnée d'interprétation délicate (24) qui fait intervenir, outre le facteur externe que nous avons déjà évoqué (apport azoté de la ration), d'autres facteurs internes tels que : l'activité de la flore bactérienne, le mécanisme d'économie au niveau du rein. Néanmoins l'urée reste un paramètre sensible aux apports alimentaires.

#### 2.2.5 - La créatininémie

Dans aucune des comparaisons, il n'existe de différence significative. La créatininémie est une constante qui ne dépend pas de l'alimentation. Elle ne varie relativement pas tant que les reins conservent leur intégrité fonctionnelle.

#### 2.2.6 - La glycémie

La glycémie est plus faible en Avril qu'en Mars chez les taureaux les génisses. Chez les taurillons, il n'existe pas de différence significative, mais elle est tout de même légèrement plus faible en Avril. Il a été montré par des observations (20) que l'alimentation et les conditions de vie ont certainement une grande influence sur la glycémie. Une glycémie faible signifie que l'apport alimentaire est insuffisant. C'est l'exemple d'une alimentation constituée d'herbe sèche qui est pauvre en glucides à cause de la dégradation des fourrages. Ce qui se vérifie avec la paille sèche en Avril à DAHRA.

Les valeurs plus élevées de la glycémie chez les taureaux de SANGALKAM par rapport à ceux de DAHRA seraient dues à la richesse en énergie (glucides de la ration distribuée à SANGALKAM ; la mélasse mélangée à la ration est très énergétique. Il n'existe pas de différence significative entre les vaches de DAHRA et celles de la Clinique, probablement à cause de la nourriture qui est la même pour toutes les deux, c'est-à-dire composée de paille.

Il y a des fluctuations importantes de la glycémie dues à de nombreux facteurs. Il faut aussi rappeler que le stress est un facteur de variation non négligeable qui pourrait intervenir lors de la contention pour les prélèvements. Selon COTTEREAU (15), la variation physiologique de la glycémie, particulièrement importante au cours de la journée, crée des difficultés dans l'établissement des valeurs normales.

Ces fluctuations rendent l'interprétation de la glycémie plus difficile, mais c'est un paramètre sensible à l'alimentation.



### 2.2.7 - L'hématocrite

L'hématocrite présente des valeurs plus faibles en Avril qu'en Mars chez les taurillons et les génisses. Ceci tient à l'apport non adéquat d'éléments nutritifs par les herbes sèches en Avril, période de disette générale pour les animaux. FRIOT et CALVET (24) avaient noté que l'hématocrite en saison sèche est plus bas qu'au cours du reste de l'année au Sénégal et que ceci confirme une hypothèse empirique suivant laquelle l'hématocrite constituerait un témoin du bon ou mauvais état général des individus. Or, au mois d'Avril, les animaux avaient commencé à perdre du poids par rapport au mois de Mars. Ce qui confirme cette hypothèse dans ce cas présent.

GHISLAIN et coll. (28) ont montré que la composition de la ration aurait une influence hautement significative sur les valeurs de l'hématocrite.

Chez les taureaux, l'hématocrite est plus élevé au mois d'Avril qu'au mois de Mars.

Il n'existe pas de différence significative entre les taureaux de DAHRA et ceux de SANGALKAM.

Entre les vaches de la Clinique et de DAHRA, il n'existe pas de différence significative. La nourriture à base d'herbe pour tous les deux groupes expliquerait l'absence de différence significative.

Les taurillons de SANGALKAM présentent un hématocrite plus élevé que ceux de DAHRA. Le phénomène de dégradation des pâturages serait à l'origine de la faiblesse de l'hématocrite des taurillons de DAHRA par rapport à ceux de SANGALKAM.

Il apparaît que la majeure partie des paramètres a subi une variation sous l'influence de ces deux systèmes alimentaires.

C'est ainsi que la phosphorémie, la protéinémie, l'urémie, la glycémie et l'hématocrite ont accusé une diminution au mois d'Avril par rapport au mois de Mars dans la majeure

partie des cas. Toutefois, seuls, la protéinémie et l'hématocrite ont varié chez les taurillons. La calcémie et la créatininémie n'ont pas varié sous l'influence de la dégradation du système fourrager.

Le type d'alimentation a entraîné une variation de la calcémie, phosphorémie, protéinémie et de l'urémie dans la plupart des cas. Les autres paramètres ont varié pratiquement peu.

Il ressort donc de ces résultats que les apports alimentaires ont une influence sur les concentrations plasmatiques de Ca, P, protéines totales, glucose, urée, hématocrite et sans aucune sur celle de la créatinine.

## C O N C L U S I O N

La recherche du développement du secteur de l'élevage depuis des années déjà a été comme un réflexe car il est apparu très indispensable d'accroître la production de protéines nobles en vue d'une autosuffisance alimentaire. Or, parmi les différentes techniques mises en oeuvre, l'alimentation des animaux est un facteur indispensable et incontournable.

En fonction des productions à développer, les besoins alimentaires sont à couvrir nécessairement.

En dehors de l'appréciation de l'évolution pondérale et des manifestations cliniques des carences alimentaires, y-a-t-il un moyen, nous permettant de juger les effets de l'alimentation sur l'organisme animal ?

C'est à cette question que nous avons voulu répondre en étudiant sur le terrain les effets de l'alimentation sur la biochimie plasmatique du zébu gobra.

La conception est que la concentration de certains constituants du sang varie en fonction des principes nutritifs apportés par le régime. C'est pour cela que nous avons voulu entreprendre cette étude pour le montrer en effectuant des dosage dans le plasma de calcium, phosphore, protéines totales, glucose, urée, créatinine et d'hématocrite.

Notre étude s'intéresse à des taureaux, taurillons, génisses et vaches du Centre de Recherches Zootechniques de DAHRA (CRZ), aux taureaux et taurillons de la ferme de SANGALKAM et aux vaches de la Clinique de l'E.I.S.M.V. (Route de Rufisque).

Deux conditions alimentaires nous amènent à faire des comparaisons.

Au CRZ de DAHRA, les animaux ne vivent que sur pâturage naturel. En fonction de la dégradation du disponible fourrager, nous avons fait les comparaisons suivantes d'un mois à l'autre (Mars à Avril) : chez les taureaux, chez les taurillons et chez les génisses.

A la ferme de SANGALKAM et à la Clinique, ils vivent en stabulation permanente et reçoivent des concentrés complétés avec des phosphates à SANGALKAM, de la fane d'arachide à la clinique. EN fonction du type d'alimentation, nous avons fait les comparaisons suivantes :

- les taureaux de DAHRA et ceux de SANGALKAM
- les taurillons de DAHRA et ceux de SANGALKAM
- les vaches de DAHRA et celles de la Clinique.

Les résultats auxquels nous avons aboutis sont les suivants :

\* en fonction de la dégradation du disponible fourrager :

la phosphorémie, la protéinémie, la glycémie, l'urée et l'hématocrite ont varié ; celles du mois de Mars sont significativement plus élevées que celles du mois d'Avril. La calcémie et la créatininémie n'ont accusé aucune variation.

\* en fonction du type d'alimentation :

la calcémie, la phosphorémie, la protéinurie, la glycémie, l'urémie et l'hématocrite ont varié significativement dans la majeure partie des cas. Les animaux recevant les concentrés ont présenté les moyennes les plus élevées dans la plupart des cas. La créatininémie elle, reste toujours sans variation.

Ces résultats nous incitent à relier une élévation ou une baisse du taux plasmatique de phosphore, de protéines totales, de glucose, de l'urée, de l'hématocrite et, dans une certaine mesure, de calcium à une abondance ou une pauvreté de ce constituant plasmatique ou de ses précurseurs dans le régime alimentaire. Par contre, le taux de créatinine s'avère indépendant de l'apport alimentaire.

Ainsi, nos résultats concordent avec ceux de la plupart des auteurs.

La démonstration de telles corrélations par l'emploi raisonné et suivi de tests d'analyses biochimiques pourra apporter de précieuses informations à l'éleveur, au nutritionniste et au vétérinaire.

Mais il faut souligner la difficulté des interprétations biochimiques qui ont besoin, pour devenir fructueuses, d'être discutées en fonction du contexte : ce contexte s'inscrit dans la trilogie suivante : agrostologie, bromatologie et digestibilité-biochimie.

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

- 1 - ADAM (A.) - Contribution à l'étude de la Biochimie sérique de deux races de zébu (CHOA et GOUDALI) du Cameroun septentrional : effet de l'âge et de la race.  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1990 ; 4.
- 2 - AKAKPO (A.J.B.) - Contribution à l'étude de l'hématologie des bovins de l'Afrique de l'Ouest.  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1976 ; 13.
- 3 - ASCHKENASY (A.) - Nutrition et hématopoïèse.  
PARIS-VII Ed. du C.N.R.S., 1971, 545 p.
- 4 - BANGANA (I.) - Contribution à la connaissance des valeurs sériques de certains macro-éléments chez le zébu AZAWAK âgé de 1-6 mois.  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1987 ; 5.
- 5 - BLAIN (J.) - Alimentation phosphatée et teneurs de phosphates dans le sérum.  
Cah. Méd. Vét., 1971, 40 : 100-120.
- 6 - BOUDERGUES (R.) et CALVET (H.) - Protéinogramme des sérums de zébu gobra au Sénégal : variations saisonnières.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop, 1971, 24 : 281-286.
- 7 - BOUVIER (A.) - Les compléments minéraux dans l'alimentation des bovins en croissance.  
Thèse Doct. Vét., TOULOUSE, 1981 ; 50.
- 8 - BRAUN (J.P.), RICO (A.G.) et BENARD (P.) - Glucose sanguin :  
1. Régulation de la glycémie.  
Rec. Méd. Vét., 1980, 156 (5) : 395-397.
- 9 - BUSCH (L.J.), AGUILERA (M.A.), ADAMS (G.D.) et JONES (E.W.) -  
Absorption of colostral immunoglobulins by newborn dairy calves.  
J. Dairy Sci., 1971, 54 : 1547-1549.
- 10 - CAKALA (S.) et ALBRYCHT (A.) - Sodium, potassium, magnesium, calcium and inorganic phosphorus serum levels in Holstein-Friesian cows down(en polonais, résumé en anglais.  
Pol. Arch. Weter, 1973, 16 : 221-230.

- 11 - CALVET (H.) et DIALLO (S.) - Influence de la nature de l'azote sur la valeur alimentaire des rations.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1971, 24 (1) : 69-75.
- 12 - CALVET (H.), FRIOT (D.) et CHAMBON (J.) - Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez des bovins tropicaux.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1972, 25 (3) : 397-408.
- 13 - CLARK (R.G.) - Phosphorus deficiency in cattle on two farms in canterbury.  
NEW ZELAND Vet. J., 1974, 24, 14-6.
- 14 - CLAUDE LABOUCHE (M.M.), PAUL AMALOU et MADELEINE SAUVESTRE, transmise par CLEMENT BRESSON (M.) - Etude des variations saisonnières de l'urémie de vaches de races tropicales, soumises à une alimentation naturelle.  
C.R. Acad. Sci., 1960, 251 : 1148-1150.
- 15 - COTTEREAU (P.), GLEIZE (J.), MAGAT (A.), MICHEL (M.C.) MOUTHON (G.), PERRIER (J.M.), WOLTER (R.) - Profils métaboliques en médecine vétérinaire et en médecine humaine. Table ronde n° 10.  
Rev. Méd. Vét., 1977, 128 (6) : 873-897.
- 16 - COURCEL (B.) - Constantes biochimiques sanguines de la vache laitière.  
Thèse Doct. Vét., LYON, 1972 ; 78.
- 17 - DELAGE (J.) - Un facteur physiologique externe de la production de viande : l'alimentation.  
La production de viande, 1951.
- 18 - DENIS (J.P.) et VALENZA (J.) - Extériorisation des potentialités génétiques du zébu Peulh sénégalais (Gobra).  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1972, 24 (3) : 405-418.
- 19 - DENIS (J.P.) - VALENZA (J.) et THIONGANE (A.I.) - Extériorisation des potentialités du zébu gobra - Résultats des abattages pratiqués en 1971.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1972, 25 (2) : 245-257.



- 20 - DESPLATS (M.) - Profils biochimiques chez les vaches laitières : étude bibliographique critique.  
Thèse Doct. Vét., TOULOUSE, 1977 : 124.
- 21 - ELDON (J.), THORSTEINSSON (TH.) and OLAFSON (TH.) - The concentration of blood glucose, urea, calcium and magnesium in milking dairy cows.  
J. Vet. Méd., 1988, A 35 : 44-53.
- 22 - FAYE (B.) - Contribution à la connaissance des valeurs de la protéinémie totale et de ses différentes fractions chez le zébu gobra du Sénégal, (influence de l'âge et du sexe).  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1986 ; 10.
- 23 - FERRANDO (R.) - Les bases de l'alimentation.  
PARIS : VIGOT Frères, 1961 - 388 p.
- 24 - FRIOT (D.) et CALVET (H.) - Biochimie et élevage au Sénégal.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1973, 26 (4) : 75a-95a.
- 25 - FRIOT (D.) et CALVET (H.) - Etudes complémentaires des carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1971, 24 (3) : 393-407.
- 26 - GAHAMANYI (G.) - Contribution à l'étude des constituants organiques sériques du jeune zébu gobra (urée), créatinine, bilirubine, cholestérol, TG, Glucose et urates).  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1988 ; 40.
- 27 - GAULIER (R.) - Etude biochimique, biophysique et cytologique du sang de zébu malgache (animaux d'abattoir).  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1970, 23 (2) : 469-477.
- 28 - GHISLAIN (P.), TREMBLAY (A.V.) et PIERRE (H.) - Facteurs influençant le profil métabolique des vaches laitières  
Can. Vet. J., 1985, 26 : 306-311.
- 29 - HEWETT (C.) - On the causes and effects of variations in blood profiles of swedish dairy cattle.  
Acta Vet. Scand., 1974, suppl. 50 : 1-152.

- 30 - HOSTE (C.), CLOE (L.), DESLANES (P.) et POIVEY (J.P.) -  
Etude de la production laitière et de la croissance des  
veaux de vaches allaitantes N'Dama et Baoulé en COTE  
D'IVOIRE.  
II - Relation entre la production laitière et la  
croissance des veaux.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1983, 36 (2) : 207-213.
- 31 - HOSTE (C.), DESLANDES (P.), CLOE (L.) et HAVET (A.) -  
Etude des hematocrites des taurins N'Dama et Baoulé de  
COTE D'IVOIRE.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1983, 36 (3) : 273-282.
- 32 - HOSTE (C.), LAMOTTE-DENIS (C.) et DESLANDES (P.) - Etude  
comparative de la protéinémie et de trois électrolytes  
sériques chez les taurins N'Dama et Baoulé de COTE D'IVOIRE.  
Rev. Elev. Méd., Vét. Pays trop., 1983, 36 (1) : 71-78.
- 33 - IBARA (D.) - Contribution à l'étude des enzymes sériques  
(PAL, LDH, TGO, TGP, GGT) et des protéines sériques  
(PT, Alb) chez le jeune zébu gobra.  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1988 ; 17.
- 34 - IBRAHIMA (M.) - Contribution à l'étude des constituants  
minéraux sériques chez le jeune zébu gobra (Na, K, Cl,  
Ca, P).  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1988 ; 45.
- 35 - JACQUEMET (M.C.) - L'ulcère de la caillette du veau.  
Bull. Sté. Vét. prat., 1967, 10, 432.
- 36 - KANEKO (I.), CORNELIUS (C.E), MONGEM et SIMESON (G.) -  
Clinical biochemistry of domestic animals.  
Second Editions. Vol. 1, 1971 : 331-375.
- 37 - LACERVOISIER (A.) - Contribution à l'étude de l'insuffisance  
hépatique chez les bovins.  
Thèse Doct. Vét., LYON, 1974 ; 35.
- 38 - LANE (A.G.) and CAMPBELL (J.R.) - Relationship of hematocrit  
values to selected physiological conditions in dairy cattle.  
University of MISSOURI, COLOMBIA.
- 39 - LE BARS (H.) - The endogenous urea cycle of the ruminant.  
Ecole nationale vétérinaire d'ALFORT, PARIS.

- 40 - LHOSTE (P.) - Comportement saisonnier du bétail zébu en ADAMAOUA camerounais.  
II. La croissance avant sevrage pour les veaux de race locale et les mixtes demi-sang brahma.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1968, 21 (4) : 499-517.
- 41 - MAC LENNAN (M.W.) et WILLOGHBY (R.A.) - Observations of serum protein values of cows during oestrus, lactation, parturition and milk fever.  
Can. Vet. J., 1973, 14 : 233-242.
- 42 - MICHEL (M.C.) - Rôle des profils métaboliques dans la recherche des causes des maladies de production dans l'espèce bovine, pp. 571-582, in Congrès international sur les maladies de bétail, PARIS, 6-7 Septembre 1976, 2 vol. 1188 p.  
et Point vétérinaire, 1977, 5, 55-62.
- 43 - MINOUNGOU (S.) - Effets de la nutrition sur la biochimie sérique des veaux (zébu gobra) au sevrage.  
Thèse Doct. Vét. DAKAR, 1989 ; 38.
- 44 - ODUYE (O.O.) et FUSANMI (F.) - Serum electrolyte and protein levels in the nigerian white fulani and N'Dama breeds of Cattle-bull. epizoot.  
Dis. AFR., 1971, 19 : 333-339.
- 45-PAYNE (J.M.) - Maladies métaboliques des ruminants domestiques.  
PARIS : Ed. du point vét., 1983, 190 p.
- 46 - PONSARDIN (P.) - Une amélioration spectaculaire en production laitière dans la vallée du RIO CAUCA en Colombie.  
Méthodes et résultats.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1972, 25 (1) : 105-118.
- 47 - QUEVAL (R.) - Contribution à l'étude quantitative des protéines sériques du zébu arabe du TCHAD.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 1989, 12 (3) : 293-296.
- 48 - RICO (A.G.), BRAUN (J.P.), BENARD (P.) et VIVIANE BURGAT-SACAZE - Valeurs usuelles et valeurs de référence en Biochimie clinique vétérinaire.  
Rev. Méd. Vét., 1979, 155 (7-8) : 645-647.

- 49 - RIVIERE (R.) - Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical.  
PARIS : I.E.M.V.T., 1978 - 527 p.
- 50 - ROSENBERGER (G.) - Examen clinique des bovins.  
Paris : Ed. Point vét., 1979 - 526 p.
- 51 - SAWADOGO (G.) - Protéines sériques totales et fractions chez le jeune zébu gobra du Sénégal : effet de l'âge et du sexe.  
Rev. Méd. Vét., 1987, 138 (7) : 625-628.
- 52 - SAWADOGO (G.), BRAUN (J.P.), THOUVENOT (J.P.) et RICO (A.G.) - Concentration des principaux constituants biochimiques sériques des jeunes zébu gobra du Sénégal.  
Rev. Méd. vét., 1988, 139 (11) : 1065-1068.
- 53 - SAWADOGO (G.) et THOUVENOT (J.P.) - Enzymes, principaux constituants minéraux et organiques sériques chez le zébu gobra du Sénégal : effet de l'âge et du sexe.  
Rev. Méd. Vét., 1987, 138 (5) : 443-446.
- 54 - SAWADOGO (G.), THOUVENOT (J.P.) et RICO (A.G.) - Effets de la gestation et de la lactation sur la biochimie sérique du zébu gobra du Sénégal.  
Rev. Méd. Vét., 1988, 139 : 953-956.
- 55 - SERGE (P.D.) - Contribution à la connaissance de l'influence de la lactation sur les variations des valeurs de certains constituants biochimiques sériques chez le zébu gobra.  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1989 ; 2.
- 56 - SERRES (A.), GILIBERT (S.), DU BOIS (P.), DE REVIERS (B.), TARDIF (J.) - Essai d'embouche du zébu malgache.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1971, 24 (3) : 419-441.
- 57 - SLOUGHI (A.) - Contribution à l'étude des variations des constituants sériques de l'agneau nouveau-né.  
Thèse Doct. 3e cycle, INP TOULOUSE, 1988.

- 58 - TAINTURIER (D.), BRAUN (J.P.), RICO (A.G.) - Variations in blood composition in dairy cows during pregnancy and after calving.  
Research in Veterinary Science 1984, 37 : 129-131.
- 59 - TRUMBLESON (M.E.), WINGFIELD (W.E.), JOHNSON (H.D.), CAMPBELL (J.P.) and MIDDLETON (C.C.) - Serum electrolytes concentrations, as a function of âge, in female dairy cattle.  
Cornell vet., 1973, 63 : 58-64.
- 60 - VALENZA (J.), CALVET (H.) et ORUE (J.) - Engraissement intensif du zébu Peulh sénégalais (Gobra). 1ère partie. Mâles entiers - 3 à 5 ans - poids moyen 255 kg.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1971, 24 (1) : 79-109.
- 61 - WIENER (G.) et FIELD (A.C.) - Genetic variation in mineral metabolism of ruminants.  
Proc. Nutr. Soc., 1971, 30, 91-101.
- 62 - WINGFIELD (W.E.) et TRUMBLESON (M.E.) - Hematologic parameters as function of age in female dairy cattle aging and hematologic values.  
Cornell vét., 1973, 63 : 72-80.
- 63 - WOLTER (R.) - Intérêt pratique, signification et limites d'interprétation des profils biochimiques en élevage.  
Rec. Méd. Vét., 1979, 155 (9) : 677-683.
- 64 - ZOMA (N.I.) - Contribution à l'étude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur certains constituants biochimiques sériques chez le zébu gobra.  
Thèse Doct. Vét., DAKAR, 1989 ; 49.

# **SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR**

"Fidèlement attaché aux directives de Claude Bougelat, 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 toute circonstance, 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 ADYIENNE QUE  
JE ME PARJURE "**

VU

LE DIRECTEUR

DE L'ECOLE INTER-ETATS

DES SCIENCES ET MEDECINE

VETERINAIRES

LE CANDIDAT

LE PROFESSEUR RESPONSABLE

DE L'ECOLE INTER-ETATS

DES SCIENCES ET MEDECINE

VETERINAIRES.

VU

LE DOYEN DE LA

FACULTE DE MEDECINE ET

DE PHARMACIE

LE PRESIDENT DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER \_\_\_\_\_

DAKAR, LE \_\_\_\_\_

LE RECTEUR, PRESIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITE CHEIKH

ANTA DIOP DE DAKAR