

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

(E.I.S.M.V)

ANNEE 1989

N°49

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES



**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DES EFFETS DE LA COMPLEMENTATION EN PHOSPHATES
NATURELS SUR CERTAINS CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES
SERIQUES CHEZ LE ZEBU GOBRA**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 21 Juillet 1989
devant la faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

Par

Nonguema Isidore ZOMA
né vers 1958 à Bourkina (Burkina Faso)

Président du jury : M. François **DIENG**
Professeur à la faculté de Médecine et de Pharmacie
de Dakar

Rapporteur
Directeur de Thèse: M. Germain J. **SAWADOGO**
Professeur agrégé à l'EISMV de Dakar

Membres : M. Alassane **SERRE**
Professeur agrégé à l'EISMV de Dakar
M. François A. **ABIOLA**
Professeur agrégé à l'EISMV de Dakar

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

=====

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1 - ANATOMIE - HISTOLOGIE - EMBRYOLOGIE

Kondi M. AGBA	Maitre de Conférences Agrégé
Jean-Marie Vianney AKAYEZU	Assistant
Pathé DIOP	Moniteur

2 - CHIRURGIE - REPRODUCTION

Papa El Hassan DIOP	Maitre de Conférences Agrégé
Franck ALLAIRE	Assistant
Moumouni OUATTARA	Moniteur

3 - ECONOMIE - GESTION

Cheikh LY	Assistant
-----------	-----------

4 - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES
D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Malang SEYDI	Maitre de Conférences Agrégé
Serge LAPLACHE	Assistant
Saïdou DJIMRAO	Moniteur

5 - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE
INFECTUEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Madame Rianatou ALAMBEDJI	Assistante
Pierre BORNAREL	Assistant de recherches
Julien KOULDIATI	Moniteur

6 - PARASITOLOGIE - MALADIES PARASITAIRES - ZOOLOGIE

Louis Joseph PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean BELOT	Maître Assistant
Salifou SAHIDOU	Moniteur

7 - PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE ET
CLINIQUE AMBULANTE

Théodore ALOGNINOUBA	Maître de Conférences Agrégé
Roger PARENT	Maître Assistant
Jean PARANT	Maître Assistant
Jacques GODFROID	Assistant
Yalacé Y. KABORET	Assistant
Ayao MISSOHO	Moniteur

8 - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François A. ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Lassina OUATTARA	Moniteur

9 - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

Alassane SERRE	Professeur
Moussa ASSANE	Maître Assistant
Mohamadou M. LAWANI	Moniteur

10 - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
Samuel MINOULGOU	Moniteur

11 - ZOOTECHE - ALIMENTATION

Kodjo Pierre ABASSA	Chargé d'Enseignement
Moussa FALL	Moniteur

- CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES (CPEV)

Lucien BALMA	Moniteur
--------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

- BIOPHYSIQUE

René NDOYE

Professeur
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

Madame Jacqueline PIQUET

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

Madame Sylvie GASSAMA

Maître assistante
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

- BOTANIQUE - AGRO-PEDOLOGIE

Antoine NONGONIERMA

Professeur
IFAN-Institut Ch. A. DIOP
Université Ch. A. DIOP

- ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences
Juridiques et Economiques
Université Ch. A. DIOP

R. GUSSINATTI

Technicien de laboratoire
Faculté des Sciences
Agraires
Université de PADOVA
(ITALIE)

- INFORMATIQUE ET STATISTIQUE

Dr. G. GUIDETTI

Technicien de la Faculté des
Sciences Agraires
Université de PADOVA
(ITALIE)

- BIOCHIMIE

A. RICO

Professeur
ENV Toulouse (France)

JE DEDIE CE TRAVAIL
=====

- A mon père : *in mēmorium*
- A ma mère : *in mēmorium*
- A mes frères
- A mes soeurs
- A mes tantes
- A mes neveux et à mes nièces : *dans l'espoir que vous ferez mieux*
- A Etienne Mgoama ZOMA
- A toute la famille ZOMA
- A mes oncles
- A mes cousins et à mes cousines
- A Noraogo YAMEOGO et famille : *toute ma reconnaissance*
- A Mathieu ZOMA et famille : *toute ma reconnaissance*
- A Emmanuel ZOMA et famille : *toute ma reconnaissance*
- A Victor ZOMA et famille
- A Martin ZOMA et famille
- A Ernest ZOMA et famille
- A Paul NAZE et famille : *vous m'avez accueilli affectueusement
parmi vous mille fois merci*
- A Henri ZONGO et famille
- Au Professeur Antoine NONGONIERMA : *Hommage respectueux*
- Au Docteur Jacques NZEMBA : *en souvenir des moments inoubliables
passés ensemble. Amicales considérations*
- Au Docteur Lamoudi YONLI : *fraternelles considérations*
- Au Docteur Samuel MINOUGOU : *nous avons fait un bout de chemin
ensemble et je suis convaincu que tu peux mieux faire*
- A tous mes amis
- A tous mes promotionnaires de l'EISMV
- Au Docteur Paul TONDJ : *en souvenir des moments passés ensemble*
- A l'ensemble des étudiants vétérinaires : *courage et persévérance*
- Aux étudiant burkinabé à Dakar : *Solidarité*
- A la colonie burkinabé à Dakar
- Aux masses laborieuses de Burkina Faso : *vos énormes sacrifices
m'ont permis de réaliser ma vocation.
Faible témoignage de ma reconnaissance*
- A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation
de ce travail
- Au Sénégal pays hôte : *mon séjour ici m'a beaucoup instruit.*

A NOS MAÎTRES ET JUGES

A Monsieur François DIENG,

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

Vous nous faites un honneur en acceptant de présider
notre jury de thèse.

Profonde gratitude et hommage respectueux.

A Monsieur Alassane SERRE

Professeur à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine
Vétérinaire (EISMV) 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. Nous ne saurions vous remercier.

A Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur agrégé à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et
Médecine Vétérinaire (EISMV) de Dakar. Vous nous avez inspiré
et dirigé ce travail avec une vigueur qui fait notre admiration.
Eternelles reconnaissances.

A Monsieur François Adebayo ABIOLA

Professeur agrégé à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine
Vétérinaire (EISMV) de Dakar.

Veillez trouver ici le témoignage de notre reconnaissance pour
l'honneur et le plaisir que vous nous faites en acceptant de
siéger à notre jury de thèse.

Sincères remerciements et profonde gratitude.

A NOS MAÎTRES
=====

A Messieurs les enseignants de l'EISMV
Merci pour l'enseignement reçu

A Monsieur Guido GUIDETTI
En témoignage du service rendu.

A Messieurs les enseignants de l'Ecole primaire
de Latou, de Guy et du Lycée Onezzin COULIBALY.

NOS REMERCIEMENTS
=====

- A l'Institut Mondial du Phosphate (IMPHOS) qui a permis la réalisation de ce travail.
- Au Docteur Safiëtou TOURE FALL
- A Monsieur Racine SOW
- Au Docteur Mamadou DIOP
- A Monsieur Auguste NGOMA
- A Monsieur Antoine SARR
- Au Docteur Namsa KEITA
- Au Docteur Meïssa NDIAYE
- Au Docteur Amadou Moustapha THIAM
- A Monsieur NDIAYE, Chauffeur.

"Par délibération, la Faculté et l'École 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".

P L A N

PREMIERE PARTIE : ETAT DU SUJET

CHAPITRE I : LE PROBLEME POSE

1.1. Problèmes des carences minérales

1.1.1. Dans la zone tropicale

1.1.2. Dans la zone sylvopastorale

1.1.2.1. Présentation de la zone sylvopastorale

1.1.2.2. Situation alimentaire dans la zone sylvopastorale

1.2. Prophylaxie des carences minérales

1.2.1. Complément minérale

1.2.1.1. Les compléments minéraux usuels

1.2.1.2. Utilisation des phosphate naturels

a - A travers le monde

b - Au Sénégal

1.2.2. Effets de la complémentation minérale sur les productions animales

1.3. Problèmes toxicologiques liés à l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition animale

1.3.1. Intoxication aiguë

1.3.2. Intoxication chronique (Fluorose)

1.3.2.1. Fluorose bovine

a - Définition

b - Synonymie

c - Etiologie

d - Symptômes et lésions

e - Pathogénie

f - Diagnostic

g - Evolution

h - Traitement

i - Prophylaxie

CHAPITRE II : LE PROJET "IMPHOS"

- 2.1. Définition
- 2.2. Objectifs
- 2.3. Protocole expérimental
- 2.4. Résultats préliminaires
 - 2.4.1. Consommation des phosphates naturels
 - 2.4.2. collectes du berger
 - 2.4.3. Examen clinique des animaux
 - 2.4.4. Comportement pondéral des animaux
 - 2.4.5. Analyses chimiques des phosphates
et de la poudre d'os
 - 2.4.6. Biochimie sérique

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

- 1.1. MATERIEL
 - 1.1.1. Matériel de terrain
 - 1.1.1.1. Les animaux d'expérience
 - a - Description générale et composition
 - b - Mode d'élevage et environnement
 - c - Alimentation et abreuvement
 - 1.1.1.2. Les compléments minéraux utilisés
 - a - phosphates naturels
 - b - poudre d'os
 - 1.1.2. Matériel technique
- 1.2. METHODES
 - 1.2.1. Distribution des phosphates naturels
 - 1.2.2. Examen clinique des animaux
 - 1.2.3. Le suivi pondéral
 - 1.2.4. Les prélèvements de sang

1.2.5. Les analyses biochimiques

1.2.6. Les analyses statistiques

CHAPITRE II : LES RESULTATS

2.1. Examen clinique des animaux

2.1.1. Etat général

2.1.2. Appareil osseux

2.1.3. Les dents

2.2. Analyses biochimiques

2.2.1. Les minéraux

2.2.1. La calcémie

2.2.2. La phosphorémie

2.2.3. La magnésémie

2.2.4. La glycémie

2.2.5. L'urémie

2.2.6. La protéïnémie

2.3. L'évolution pondérale

CHAPITRE III : DISCUSSIONS

3.1. La conduite de l'expérimentation

3.1.1. La première phase de l'expérimentation

3.1.2. La distribution des phosphates naturels

3.1.3. Ingestibilité des compléments minéraux

3.2. L'examen clinique

3.3. Résultats biochimiques

3.4. Evolution pondérale

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

La faim demeure encore dans certaines régions du monde et il est utile de tout mettre en oeuvre pour assurer une autosuffisance alimentaire aux populations qui en souffrent. Pour parvenir à cette autosuffisance alimentaire il faudrait résoudre le problème de la nutrition animale et végétale afin d'accroître les disponibilités alimentaires.

Certaines populations disposent des aliments, mais souffrent encore du manque de qualité de leurs aliments. Ce manque de qualité, dû surtout à un déficit en protéines d'origine animale pourrait trouver une solution dans le développement de l'élevage. Pour développer ce sous secteur une maîtrise des facteurs sanitaires, alimentaires et de l'eau est nécessaire.

La question de l'alimentation du bétail est actuellement la plus importante pour l'agriculture et pour apporter aux populations de la viande, du lait et tout autre produit d'origine animale il faut pouvoir non seulement produire un maximum de têtes de bétail dans un minimum de temps, mais aussi assurer aux animaux une nourriture suffisante, équilibrée, capable de fournir un rendement optimum sans nuire à leur santé (47).

En zone tropicale en général et dans la zone sylvopastorale au Sénégal en particulier, l'alimentation du bétail repose presque exclusivement sur l'utilisation des fourrages (26). Plusieurs expériences ont montré que les fourrages poussant sur les sols tropicaux sont pauvres en éléments minéraux surtout en phosphore.

Les déséquilibres minéraux (excès, carences) dans les sols et les fourrages ont été considérés depuis longtemps comme les causes majeures de production et de reproduction médiocres chez les ruminants de pâturages dans les pays tropicaux. (13)

La déficience en minéraux des fourrages se retentit sur les animaux et par conséquent il est d'une nécessité impérieuse que ces minéraux soient administrés sous forme de compléments minéraux pour

promouvoir une production animale rentable.

La gravité et les conséquences pathologiques et économiques des polycarences diagnostiquées dans les zones sahéliennes imposent de mener une complémentation minérale adéquate. Il y a eu plusieurs essais de complémentation minérale au Sénégal (7), (8), (18), (20) et les compléments minéraux utilisés généralement sont soit importés et coûteux en devises, soit fabriqués localement et peu disponibles en quantité suffisante et d'un coût prohibitif qui limite leur accès à nos éleveurs. Il faut donc s'efforcer de valoriser nos ressources naturelles tels que les phosphates naturels en veillant à contrôler leur efficacité nutritionnelle et l'absence de risques d'intoxication tant pour l'animal que pour l'homme (26). Les pays producteurs de phosphates naturels dans le monde entier gagneraient beaucoup si en plus de leur utilisation dans la fertilisation des sols, on les utilisait dans l'alimentation animale comme compléments minéraux dans la prophylaxie des carences minérales. En pratique les phosphates naturels coûtent moins chers que les compléments minéraux usuels, mais l'inconvénient est qu'ils sont peu assimilables et ont une teneur élevée en fluor (38). En quantités modérées, le fluor accroît la résistance des dents à la formation des cavités chez les hommes et les animaux (13). Mais absorbé à fortes doses, c'est un poison violent. Par ingestion continue de quantités relativement faibles contenues dans les eaux ou dans les rations enrichies de phosphates naturels à teneur élevée en fluor, son action la plus apparente s'exerce sur les os et les dents qui accumulent peu à peu le fluor en excès (3).

Malgré les contraintes qui s'opposent à l'utilisation des phosphates naturels il y a un enjeu économique qui justifie les travaux de recherche pour déterminer leurs conditions d'utilisaton en alimentation animale. C'est dans ce cadre que l'Institut mondial du phosphate (IMPHOS) a accepté de financer un programme de recherche commun à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (I.S.R.A.) et à l'École Inter Etats des Sciences et de Médecine Vétérinaires (EISMV) sur l'utilisation en saison sèche des phosphates naturels du Sénégal (Taïba, Thiès) pour une

complémentation minérale du Zébu Gobra. Les expériences actuellement menées au Centre de Recherches Zootechnique (CRZ) de Dahra sont une continuation des essais de complémentation minérale du Zébu Gobra et comparent les phosphates de Taïba et de Thiès en vue d'identifier le phosphate le plus performant, de déterminer la dose optimale, le mode et la durée d'administration et faire une évaluation économique de l'opération.

Notre travail est donc une continuation de celui réalisé par KANDORO en 1988, (29) et répond à ces préoccupations. Nous nous proposons de contribuer à l'étude des effets de la complémentation minérale en phosphates naturels sur certains constituants biochimiques sériques chez le Zébu Gobra. Il a été réalisé entièrement dans le laboratoire de Biochimie de l'EISMV dont l'un des objectifs est l'étude des valeurs des constituants sériques et leurs facteurs de variation chez les animaux domestiques (4), (40), (51), (48), (50), (52), (22), (17).

Le plan suivant a été adopté :

Après l'état du sujet dans la première partie qui nous permettra de poser le problème et les moyens envisagés pour le résoudre, nous aborderons dans la deuxième partie l'étude expérimentale où nous verrons successivement : les matériels et les méthodes de travail, les résultats, et la discussion.

PREMIERE PARTIE

ETAT DU SUJET

CHAPITRE I : Le problème posé

Dans certaines zones d'Afrique, bien que la faible productivité des élevages tiennent en partie aux maladies contagieuses et parasitaires, on pense qu'elle est aussi imputable aux carences minérales liées à la mauvaise alimentation.

1.1. Problème des carences minérales

1.1.1. Dans la zone tropicale

Selon les analyses chimiques des sols tropicaux, il y a de façon générale une grande pauvreté en éléments minéraux (9), surtout en phosphore assimilable (26). Cette déficience des sols retentit sur les animaux de pâturage par l'intermédiaire des plantes. Les animaux exposés à ces carences minérales perdent du poids surtout au cours de la seconde moitié de la saison sèche. Les symptômes spécifiques des carences n'apparaissent pas toujours, il y a généralement une symptomatologie diffuse avec des signes cliniques non spécifiques qui interfèrent avec ceux des autres carences du fait de l'existence de polycarences.

La carence minérale la plus répandue et la plus importante sur le plan économique est la carence en phosphore (7). L'effet du faible apport de phosphore associé à celui du calcium est marqué sur le plan pathologique (26) par :

- des troubles du squelette (rachitisme, ostéomalacie)
- baisse de la fertilité
- accroissement des risques de fièvre vitulaire
- dépravation du goût ou pica qui conduit les animaux à consommer des débris de cadavres parfois envahis de clostridium botulinum responsable du botulisme décrit par (CALVET (9) au Sénégal.

Toute amélioration dans ce domaine passe par une meilleure connaissance des carences minérales et par l'étude des moyens à mettre en oeuvre pour les combattre (23).

Les maladies nutritionnelles constituent un problème qui ne fait que croître parallèlement aux efforts d'amélioration des élevages en Afrique. C'est pourquoi les nutritionnistes se sont intéressés aux recherches en alimentation minérale. Selon VAN NIEKERK (56) cité par MC DOWELL et coll. en 1983 (34) les premières études réalisées en Afrique du Sud ont démontré que la cause primitive du botulisme est une carence en phosphore.

La mise en évidence des carences minérales au Sénégal a été suivie de plusieurs essais de supplémentation d'où la création du Centre de Prévulgarisation des supplémentations minérales de Labgar en zone sylvopastorale.

En précisant les carences minérales qui se vivaient dans le Nord Sénégal ou "Ferlo", FRIOT et CALVET (23) ont diagnostiqué en 1971 une hypophosphoremie, une hypocalcémie et une hypocuprémie chez les bovins.

Les travaux de FRIOT en 1968 et en 1969 ont mis en évidence la pauvreté des eaux de forage profonds en phosphore. Cette carence en phosphore est aggravée au Nord Sénégal (Ferlo) où il y a des eaux calcaïques qui créent un rapport Ca/P défavorable à l'assimilation du calcium et du phosphore chez les ruminants (9).

Selon CISSE en 1985, outre la carence en phosphore il y a aussi des carences en sodium (Na), en Zinc (Zn) et en cuivre (Cu) (12). Ces polycarences ne permettent pas une utilisation optimale du peu de matière sèche, d'énergie et de protéines disponibles en zone tropicale.

1.1.2. Dans la zone sylvopastorale au Sénégal

a - Présentation de la zone sylvopastorale

La zone sylvopastorale ou Ferlo est une vallée fossile constituée

d'une vaste plaine sahélienne, d'une superficie approximative de 40.000 km² et située dans la partie septentrionale du Sénégal : Carte 1 page 7.

Elle est limitée à l'Ouest par le littoral Atlantique au Nord et à l'Est par le fleuve Sénégal, au Sud au contact de la zone arachidière la limite y est imprécise, se situant approximativement au niveau d'une ligne oblique débutant à l'Ouest vers le 15^e parallèle pour s'infléchir à l'Est vers le 14^e parallèle.

- Le climat est de type sahélo-soudanien ou tropical sec au Nord et soudano-sahélien au Sud. Il se caractérise par des températures généralement élevées pouvant atteindre 40 degrés C au milieu de la saison sèche. Les précipitations y sont faibles et débutent généralement en Août pour s'arrêter en fin septembre. Elles sont souvent interrompues par des sécheresses néfastes à la végétation. Les mauvaises conditions climatiques sont empirées par l'harmattan, un vent chaud et sec qui souffle en permanence. Il n'y a pas de cours d'eau, il y a seulement des vallées fossiles dont la plus importante est celle du Ferlo.

- Les différents types de sols au Ferlo ont subi sous l'influence des conditions climatiques un processus pédogénique de latérisation. En fonction des précipitations on distingue :

- Dans le Ferlo Nord des sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés

- Dans le Ferlo Sud des sols ferrugineux tropicaux lessivés (42).

Quel que soit leur stade d'évolution, les analyses chimiques des sols du Ferlo révèlent une grande pauvreté en éléments minéraux, surtout en phosphore. Cette carence minérale a été soulignée dans de nombreuses études pédologiques effectuées en zone tropicale (41), (59), (60).

Le sous-sol du Ferlo renferme deux nappes phréatiques dont la nappe du "Maestrichtien" exploitée par les forages profonds. L'installation des forages au Ferlo a modifié le grave problème de l'eau dans cette zone. En effet il n'y a plus de grands déplacements à la recherche de l'eau. Après les pâturages, tous les troupeaux convergent vers les forages les plus proches pour boire.

- Le Ferlo est une zone peu peuplée, à vocation économique essentiellement pastorale. Les peuls, propriétaires de la majorité des troupeaux, constituent le groupe ethnique le plus dominant. Mais dans les villages nouvellement créés autour des forages, s'installent des cultivateurs wolofs et des maures détenteurs de quelques animaux.

L'eau est un facteur limitant des peuplements dans toutes les zones présahariennes. Ainsi au Ferlo, les pasteurs et leurs troupeaux allaient en transhumance à la recherche d'eau et de pâturages. Actuellement l'installation des forages a amené ces éleveurs à se fixer tout autour de ces derniers.

Cette sédentarisation qui a supplanté la transhumance a des influences sur la société pastorale et sur l'environnement.

b - Situation alimentaire dans la zone sylvopastorale

- L'élevage dans la zone sylvo-pastorale est strictement tributaire des pâturages naturels. La végétation y est constituée par une savane arborée claire, avec un tapis de mesophytes fugaces :

- Schoenfeldia gracilis
- Eragrostis tremula
- Crotalaria perotteti

- Quelques graminées vivaces

- *Andropogon gayanus*
- *Aristida longiflora*

- Et enfin, des espèces ligneuses, épineuses ou inermes, le plus souvent à feuilles caduques et à cimes non jointives :

- *Combretum glutinosum*
- *Balanites aegyptiaca*
- *Guiera senegalensis*.

- Grâce à cette richesse relative en espèces fourragères, la zone syvopastorale est une zone d'élevage. L'herbe et l'arbre s'y trouvent associés et si les légumineuses et les graminées représentent les aliments de base des herbivores, la végétation arborée constitue un appoint important en saison sèche. Gousses, feuilles et fruits divers permettent aux animaux de franchir les périodes difficiles.

- Outre les sécheresses périodiques, la végétation au Ferlo est souvent exposée au feu de brousse et à l'émondage. La longue saison sèche transforme les herbes vertes en paille peu digestible et pauvre en éléments nutritifs. La mauvaise qualité de ces fourrages, à l'origine des maladies nutritionnelles est marquée par une carence en protéines, en énergie et en minéraux surtout le phosphore.

- Au Ferlo, la présence des forages profonds permettant aux animaux de trouver de l'eau en toute saison a amené les éleveurs à se fixer à proximité de ces forages. Il n'y a plus de grands déplacements à la recherche d'eau et pâturages. Cette sédentarisation relative des pasteurs et de leurs animaux a une influence sur le milieu naturel. En effet à l'approche des forages il y a une disparition progressive des herbages et une dégradation de la flore arborée. Ce phénomène résulte du piétinement des animaux qui chaque jour, convergent vers le lieu d'abreuvement.

De plus les pâturages autour des forages connaissent une charge animale excessive conduisant à la raréfaction des espèces fourragères.

- Selon CALVET et coll. (9), les analyses chimiques montrent que les fourrages du Ferlo sont pauvres en phosphore et le rapport phospho-calcique (Ca/P) a une valeur trop élevée.

- L'analyse bromatologique d'herbes de pâturage récoltées à Dahra a permis de constater une pauvreté en phosphore et en calcium (ca) durant toute l'année : Tableau 1 page 11.

- A la pauvreté des fourrages en phosphore s'ajoute celle des eaux de forage (6).

- Ainsi, avec l'alimentation et l'abreuvement, les animaux dans la zone sylvopastorale ne peuvent pas couvrir leurs besoins en minéraux. La complémentation des fourrages pauvres devient une nécessité pour une amélioration qualitative et quantitative de l'alimentation des animaux.

1.2. Prophylaxie des carences minérales

La couverture des besoins en minéraux des animaux est l'un des meilleurs moyens pour prévenir les carences minérales. Elle passe par la complémentation minérale. La complémentation minérale peut intéresser les fourrages sur pied ou l'animal directement. Concernant les fourrages sur pied on peut utiliser des engrais appropriés pour fertiliser les sols.

On peut aussi saupoudrer le couvert végétal. Dans les conditions d'élevage extensif, où l'utilisation d'engrais, le saupoudrage du couvert végétal ne se justifie pas économiquement ; l'apport de minéraux peut se réaliser par une complémentation directe des animaux dans la distribution de compléments minéraux.

1.2.1. Complémentation minérale

a - Les compléments minéraux

En zone tropicale il y a des polycarences mais il a été reconnu que la carence en phosphore est la plus répandue et la plus importante économiquement. La complémentation s'intéresse aux apports de phosphore par la distribution de compléments minéraux phosphatés. Les plus usuels sont le phosphate bicalcique, le phosphate disodique et le phosphate ferro-alumino-calcique ou polyfos.

Ces produits utilisés comme sources de phosphore contiennent aussi des quantités appréciables de calcium. Mais on peut utiliser aussi le carbonate de calcium, la poudre de calcaire broyée, la poudre d'os, la magnésie calcinée, les sels minéraux et les blocs à lécher.

Plusieurs chercheurs ont utilisé ces compléments minéraux pour des études de complémentation minérale.

- Au Centre de pré vulgarisation de la supplémentation minérale de Labgar implanté en pleine zone sylvopastorale au Sénégal, CALVET et coll. en 1972 (7) ont mis en évidence la supériorité du phosphate bicalcique sur le phosphate ferro-alumino-calcique ou Polyfos et sur le phosphate disodique. Ils ont constaté une amélioration du gain de poids par un apport excédentaire de sels minéraux.

En 1976 (8), dans le même centre, ils ont montré que l'apport quotidien de petites quantités de phosphore (5 à 8 g/j) pouvait réduire la perte de poids des bovins en saison sèche.

- Des expériences de supplémentation azotée de génisses Gobra menées par DIALLO et coll. en 1982 (18) au CRZ de Dahra au Sénégal ont mis en évidence l'effet limitant du tourteau d'arachide et d'un complément minéral à base de phosphate bicalcique sur les pertes de poids en saison sèche. Au bout d'un an d'expérience, le comportement pondéral, la fécondité et le poids à la naissance n'ont pas été significativement influencés par la complémentation minérale et azotée.
- En 1976 en Europe, LERMAN et coll. (33) ont distribué le Polyfos produit par la compagnie sénégalaise des phosphates de Thiès (CSPT) à des taurillons et à des porcs. Ils ont obtenu une parfaite tolérance du produit et des gains de poids satisfaisants. Ce polyfos a été aussi utilisé chez des vaches laitières, des poulets avec succès.
- Aux Etats-Unis en présentant les méthodes de supplémentation en sels minéraux, Mc DOWELL et coll. ont montré en 1984 (34) que pour les bovins de pâturages qu'on ne peut pas nourrir économiquement avec des aliments concentrés, il faut s'en remettre à l'auto-consommation de suppléments minéraux. Divers facteurs influent sur l'ingestion des sels minéraux administrés en libre service. Les bovins ne vont pas instinctivement aux mélanges minéraux qui sont censés répondre le mieux à leurs besoins, mais de préférence à ceux qui sont appétibles. D'où le recours à des stimulants d'appétabilité pour que la consommation du troupeau soit plus homogène.

Les différents produits utilisés comme compléments minéraux sont coûteux en devises, d'où le recours à des sources naturelles comme les phosphates naturels.

1.2.1.2. Utilisation des phosphates naturels

A travers le monde

Sur le plan mondial, l'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation animale est ancienne. Des effets de cette complémentation minérale ont été rapportés par de nombreux auteurs.

- Selon VELU en 1933 (57) aux Etats-Unis les premiers essais de supplémentation minérale de porcs à l'engrais avec des phosphates naturels datent de 1908. Ces phosphates avaient été jugés moins performants que la poudre d'os, les pierres de calcaire broyées. En outre ils avaient créé des troubles digestifs chez des génisses. VELU après avoir utilisé des phosphates naturels du Maroc conclut qu'ils étaient dangereux et qu'il fallait les rejeter.

-Selon CHAPMAN et coll. en 1955 (10) le mélange de phosphates naturels et d'argile provoque une chute des performances et des anomalies osseuses chez le porc.

- Selon GUEGUEN en 1961 (25) le coefficient d'utilisation digestive des phosphates minéraux est de 20 à 50 p 100.

- En 1979 SERRES et BERTAUDIÈRE (53) ont complété des Zébus arabes au Tchad avec du phosphate naturel du Togo contenant en moyenne 12 p 100 de phosphore et 3,5 p 100 de fluor. Chaque animal recevait 50g de phosphate par jour qui lui procuraient 6g de phosphate et 1,6g de fluor. Ils ont observé des symptômes et des lésions de fluorose au niveau du squelette et des dents au bout de 3 mois. Après arrêt de la distribution des phosphates pendant une période assez longue, les lésions squelettiques et articulaires ont regressé totalement, mais les lésions dentaires persistent. Le fluor est éliminé par voie urinaire au cours des périodes de repos. A l'issue de ces travaux, SERRES et BERTAUDIÈRE recommandèrent la distribution de 30g de phosphates naturels par animal et par jour pendant 2 périodes de 2 mois chacune au cours de l'année.

Au Sénégal

En 1985 une supplémentation énergétique, azotée et minérale de génisses Gobra a été effectuée avec des blocs mélasse-urée-minéraux au CRZ de Dahra par DIALLO et coll. (20). Ces blocs contenaient en outre du son de blé et du chlorure de sodium. Les minéraux étaient représentés par :

- 18 p 100 de phosphate de Matam pour le lot 1
- 12,5 p 100 de phosphate de Thiès pour le lot 2
- 12,5 p 100 de phosphate de Taïba pour le lot 3

Un lot 4 servant de lot témoin n'a pas reçu des phosphates. La consommation moyenne de ces blocs a été de 300 g / animal et / jour. Au bout de 5 mois d'expérimentation il n'y eut aucun signe de fluorose.

A la même année NDIAYE (38) distribua de façon continue pendant 4 mois au CRZ de Dahra des phosphates de Taïba et de Thiès à des taurillons Gobra. Une dose quotidienne de 50g de phosphates a été distribuée à 2 lots de taurillons comparés à un lot témoin qui n'a rien reçu.

Les animaux étaient nourris sur pâturages naturels et avaient de l'eau à volonté. Ces expériences ont permis d'observer une augmentation de la phosphatémie et de la fluorémie qui ont baissé à l'arrêt de la complémentation. Quelques lésions dentaires ont été observées sur les dents adultes. Aucune lésion osseuse n'a été décelée et l'état général des animaux était bon à la fin de l'expérience. Les lésions dentaires ont été observées dans le lot des animaux traités par les phosphates de Taïba dont la teneur en fluor selon le Bureau de Recherche Géologique et Minière (B.R.G.M.) à Dakar est de 3,5 p 100, teneur comparable à celle des phosphates du Togo utilisés par SERRES et BERTAUDIÈRE (53). A l'issue de ces travaux, NDIAYE recommandait la distribution de 50g de phosphates de Taïba pendant 4 mois à partir de Février, suivie d'une période d'arrêt en hivernage et au début de la saison sèche pour favoriser l'élimination de l'excès de fluor dans l'organisme animal.

Poursuivant ces études sur l'utilisation des phosphates naturels en alimentation animale, un programme de recherche commun à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (I.S.R.A.) et à l'École Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.) a été initié à Dahra en 1987 avec le concours financier de l'Institut Mondial du Phosphate (IMPHOS).

1.2.2. Effets de complémentation minérale sur les productions animales

Les bovins sahéliens perdent généralement 10 à 15 p 100 (26) de leur poids vifs en saison sèche à cause souvent des carences minérales. Mais Calvet et Coll. ont constaté en 1972 (7) une augmentation du gain de poids par un apport excédentaire de sels minéraux. En 1976 (8) ils ont montré que l'apport quotidien de petites quantités de phosphore (5 à 8 g/j) pouvait réduire la perte de poids que subissent habituellement les bovins au cours de la saison sèche. Les résultats sont donnés au Tableau 2.

Tableau 2 : Effet d'une supplémentation par du phosphate bicalcique ou du phosphate ferro-alumino-calcique (Polyfos) sur les pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche (Février juin).

: Pertes de :	: Lot :		: Lot phosp. bicalcique :		: Lot polyfos :	
	: Lot :	: témoin :	:-----:-----:		:-----:-----:	
: poids :	: :	: Pierres :	: Granulés :	: Pierres :	: Granulés :	: :
: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :
: Kg/animal :	- 32 :	0 :	- 8 :	- 30 :	- 11 :	:
: :	: :	: :	: :	: :	: :	: :

Source : CALVET et coll. 1972 et 1976 ISRA/Sénégal.

La complémentation minérale par le phosphate bicalcique améliore les conditions d'alimentation des animaux et empêche la perte de poids.

Mc DOWELL, CONRAD et ELLIS 1983 (34) ont récapitulé les accroissements de gains pondéraux enregistrés par les bovins dans diverses régions du monde grâce à la complémentation minérale.

Outre l'effet bénéfique sur la productivité numérique et pondérale

des bovins elle a été utilisée avec succès en aviculture et dans les ateliers de production intensive de lait et de viande.

Selon une étude menée sur les bovins de savanes en Colombie par MILES et MC DOWELL en 1983 (35) la complémentation minérale améliore tous les paramètres de production. En 1929 BISSCHOP et DUTOIT cités PAR VAN NIEKERK 1978 (56) ont montré qu'un apport de phosphore (poudre d'os) augmentait de 30 p100 les gains pondéraux des bovins et que les vaches bénéficiant d'un tel complément minéral pesaient 20 p100 de plus et donnaient 30 p100 de veaux en plus. La complémentation minérale est aussi efficace sur les performances de reproduction (19), (56).

Selon CONRAD et coll. en 1985 (13) des études menées en Afrique, en Asie et en Amérique latine montrent qu'il y a une augmentation du taux de vêlage chez les bovins complémentés.

Mais selon READ et ENGELS en 1986 (46) la complémentation minérale n'a pas d'effet sur la prolificité des brebis et le poids à la naissance des agneaux.

Enfin la complémentation minérale permet de lutter contre les maladies nutritionnelles. Des résultats encourageants ont été obtenus dans ce domaine par l'administration de compléments minéraux.

1.3. Problèmes toxicologiques liés à l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition animale.

Les phosphates naturels utilisés pour la complémentation minérale des animaux contiennent généralement du fluor à des taux relativement importants. Ce fluor, lorsqu'il est absorbé à des doses fortes est toxique et peut être à l'origine de 2 types d'intoxication : une intoxication aiguë et une intoxication chronique.

1.3.1. Intoxication aiguë

Due à l'absorption massive d'une dose unique de composés fluorés,

elle est rare et accidentelle. Elle est très grave et mortelle (plus de 50 p100 de mortalité) car le fluor à fortes doses est un poison violent (3). Lorsqu'elle apparait, elle se manifeste par des troubles digestifs, nerveux et cardio-vasculaires. La limite de la marge de sécurité pour les bovins, les ovins et les porcins est de 0,01 p100 de fluor dans le total de la matière sèche (MS) de la ration. Les tolérances recommandées devraient être inférieures à ces chiffres pour rester inoffensives. Avec les composés riches en fluor, on recommande des pourcentages de la ration de 0,006 p100 pour les ovins et de 0,004 p100 pour les bovins (3). Les teneurs maximales en fluor conseillées dans les rations des animaux domestiques sont résumées au tableau 3

Tableau 3 : Teneurs maximales en fluor conseillées dans les rations des animaux domestiques

Species	Naf or other soluble fluoride (ppmF)	Rock phosphates or phosphatic Limestones (ppmF)
Dair con	30-50	60-100
Beef con	40-50	65-100
Sheep	70-100	100-200
Swine	70-100	100-200
Chickens	150-300	300-400
Turkeys	300-400	-

Source : UNDERWOOD 1977 (55)

1.3.2. Intoxication chronique (Fluorose)

Due à l'absorption de faibles doses de composés fluorés pendant une longue durée, elle est la plus fréquente et peut être observée sous 3 conditions :

- Ingestion continue de compléments minéraux riches en fluor
- Ingestion d'eau avec une teneur élevée en fluor (3-15 ppm) (13)
- Pacage sur un pâturage contaminé avec le fluor et adjacent aux industries d'aluminium, de verre, de mica et de la céramique qui émettent des fumées et des déchets de fluor.

L'absorption de fluor par les plantes est faible et dans la majorité des cas la fluorose survient à la suite de l'ingestion d'eau, ou de compléments minéraux riches en fluor.

L'action toxique la plus apparente du fluor s'exerce sur les os et les dents qui accumulent peu à peu le fluor en excès. Mais d'autres lésions peuvent apparaître et nous les aborderons toutes en traitant la question de la fluorose bovine.

La fluorose bovine

Définition

La fluorose est une intoxication chronique par le fluor et ses dérivés, naturelle ou consécutive à l'exploitation de certaines industries émettant des fumées et des déchets de fluor qui contaminent les fourrages dans les environs immédiats. Elle affecte la plupart des espèces, avec une grande réceptivité chez les ruminants (30) Chez ceux-ci elle se caractérise par des symptômes généraux, par un trouble du métabolisme phosphocalcique qui se traduit par des lésions osseuses et dentaires plus ou moins graves.

Synonymie

Le nom de fluorose fut donné par Bartolucci en 1912. Elle était connue sous le nom de Darmous au Maroc, cachexie fluorique, maladie de VELU et SPEDER (58). Le Gaddur en Islande, le Mottled teeth aux Etats-Unis, Denti-scritti en Italie, Dientes veteados en Argentine, la maladie de l'usine en France (2).

Etiologie

* Causes déterminantes

Le fluor contenu dans les compléments minéraux comme les phosphates naturels bruts, les superphosphates, le phosphate bicalcique peut être à l'origine de fluorose.

De même le fluor contenu dans les eaux, dans les composés gazeux tels que l'acide fluorhydrique, l'acide fluorsilicique libérés par certaines industries telle que l'industrie d'aluminium.

Les industries de fabrication de verre, de céramique, d'émail, de briqueterie, de ciments émettent aussi des émanations fluorées (1).

Le fluor est un élément toxique et de nombreux auteurs ont signalé ses effets nocifs sur le squelette et la reproduction (45), (53), (30), (31), (27), (13), (54).

Dans la nature, il existe sous forme de fluorures en combinaison avec les métaux alcalins et alcalino-terreux on le trouve essentiellement sous forme de fluorure de sodium, de fluorure de calcium, de fluoro-apatite de cryolithe.

- Cycle du fluor dans l'organisme

Absorption du fluor

La pénétration du fluor dans l'organisme peut se faire par voie

pulmonaire ou digestive (1) . La principale voie d'absorption est digestive et elle commence au niveau du tractus digestif, surtout dans les intestins où elle est la plus importante. Elle est rapide pour les dérivés fluorés solubles, lente et incomplète pour les dérivés peu solubles du fait de la présence d'élément comme l'aluminium, le calcium et le magnésium qui se combinent au fluor pour donner des composés peu résorbables. La voie respiratoire intervient dans la fluorose industrielle. Après absorption le fluor transporté par les albumines s'accumule en grande partie dans l'organisme, le reste est éliminé.

Accumulation du fluor

90 à 95 p100 du fluor retenu par l'organisme s'accumulent dans le squelette et les dents (30). Cette richesse en fluor des tissus durs résulte de l'affinité de cet élément pour le calcium et pour le phosphate calcique des os avec lesquels il forme des molécules complexes de fluoro-apatite.

- Dans les os le fluor se dépose dans un premier temps à la surface du cristal par des moyens d'échanges ioniques. Puis dans un deuxième temps il s'incorpore dans le cristal. Selon SERRES et BERTAUDIÈRE la teneur en fluor d'un os normal peut atteindre 3000 ppm (30).

- Dans les dents le fluor s'accumule pendant leur formation selon les observations de MOURAD chez l'homme (37). Les travaux de BORBA (5) montrent qu'il existe une variation de la distribution du fluor dans les différents tissus de la dent.

La dentine accumule en moyenne deux fois plus de fluor que l'émail. Chez les brebis l'accumulation du fluor dans les dents a lieu après formation et la minéralisation.

- Dans les organes mous il y a peu d'accumulation du fluor. La viande et les abats des animaux atteints de fluorose ne présentent pas de risques pour les consommateurs.

Elimination du fluor

L'élimination du fluor par voie urinaire est la plus importante (30). Selon CROMBET (14) elle est maximale 8 jours après l'arrêt de l'ingestion 33,60 p100 de fluor ingéré chez les animaux adultes se trouvent dans urines (30). Les jeunes animaux éliminent moins le fluor que les adultes car leur tissu osseux retient le fluor (61). Les matières fécales et la sueur sont des voies accessoires d'élimination du fluor.

*Causes prédisposantes

La réaction des animaux à l'ingestion du fluor varie avec des facteurs intrinsèques et extrinsèques.

Les facteurs intrinsèques

- L'espèce joue un certain rôle et on remarque que les bovins sont plus sensibles que les équidés.
- Selon la race, ce sont les vaches laitières qui sont plus sensibles par rapport aux races à viande.
- Le sexe joue aussi un rôle pour le seul fait qu'il y a plus de femelles que des mâles. Le nombre de ces derniers diminue de plus en plus avec le développement de l'insémination artificielle.
- L'âge : les jeunes sont plus sensibles que les adultes.
- L'individu : des variations individuelles interviennent dans la fluorose en influant sur l'état de résistance plus ou moins prononcé.

Les facteurs extrinsèques

- Le taux de fluor dans la ration : la consommation prolongée d'une ration à taux de fluor élevé provoque de la fluorose dont les manifestations seront d'autant plus graves que les quantités ingérées sont importantes.
- La solubilité du dérivé fluoré : la toxicité du fluor est fonction de la solubilité des dérivés fluorés ingérés. Ainsi le fluorure de sodium (soluble) est plus toxique que le fluorure de calcium.
- Les facteurs hygiéniques : une ration non équilibrée, surtout avec un rapport phospho-calcique défavorable prédispose les animaux à la fluorose. Le stress et les maladies intercurrentes prédisposent aussi à la fluorose du fait de la baisse de la résistance de l'organisme.

D. Symptômes et lésions

Chez la plupart des animaux domestiques la fluorose se caractérise par des manifestations cliniques au niveau dentaire, par des modifications du squelette, par des troubles locomoteurs et dans certains cas par une diminution des performances.

Manifestations dentaires : Ce sont les plus simples à mettre en évidence (36), (28). Elles affectent surtout les dents adultes et provoquent des lésions irréversibles. Chez les animaux atteints de fluorose, il y a une modification de la forme, de la dimension et de la couleur des dents (incisives, molaires). Les dents deviennent crayeuses, rugueuses au toucher, avec présence de petites cavités à fond marron ou noir.

L'émail se détériore, les dents perdent leur dureté et s'usent pouvant mettre à nu la pulpe dentaire. Il y a aussi apparition

de couleur marron sur l'émail, des marbrures.

L'étendue des lésions dentaires dépend du taux de fluor ingéré. Les lésions dentaires des incisives des bovins sont plus démonstratives et donnent les meilleures indications sur la gravité de l'intoxication. Mais chez les ovins et caprins les modifications des incisives sont moins importantes moins perceptibles car les dents sont souvent couvertes d'un dépôt brunâtre qui masque les lésions. Des travaux expérimentaux (14) chez les petits ruminants ont montré que les lésions sont plus importantes sur les molaires que sur les incisives.

Selon une étude de SERRES et BERTAUDIÈRE 1979 (53) sur des bovins du Tchad les pinces ne sont jamais lésées, les premières mitoyennes (M1) ont des lésions modérées, les deuxièmes mitoyennes (M2) et les coins (C) sont les plus lésées. Les molaires (M) ne subissent pratiquement pas l'influence de la surcharge fluorée de l'organisme. Mais selon JAMES et coll. (28) les prémolaires et les molaires aussi reflètent les effets de l'intoxication fluorée chez les bovins.

Les lésions dentaires peuvent être classées en différents stades.

- . Stade 1 : présence d'ondulation à la surface de l'émail en face vestibulaire ;
- . Stade 2 : présence de traces opaques ou blanchâtres d'étendue variable sur l'émail, à disposition plus ou moins irrégulière ;
- . Stade 3 : atteinte sévère des dents avec présence de zones érodées punctiformes ou étalées en surface, en bandes parallèles au bord libre. Il existe souvent des zones de coloration brune due à des dépôts d'origine alimentaires ;
- . Stade 4 : perte de substance au bord occlusal, ou à la surface vestibulaire.

Des conventions de notes indiquées par MILHAUD et GODFRAIN (36) permettent de noter les dents examinées en cas de fluoroses dentaires :

- 0 : dent normale : émail lisse, translucide, brillant
- 1 : effet douteux : cas des zones endémiques.
- 2 : effet léger : opacification légère de l'émail
- 3 : effet modéré : opacification de l'émail, émail crayeux, strié.
- 4 : effet marqué : émail crayeux, érodé avec présence de petites taches brunes.
- 5 : effet excessif : larges érosions de l'émail avec présence de grandes taches noires, usure excessive de la dent.

Manifestations osseuses : elles sont marquées par l'ostéopétrose et l'ostéoporose.

* L'ostéopétrose est due à une hypercalcification osseuse caractérisée à la radiographie par une densification de l'os qui devient dur, dense et cassant.

* L'ostéoporose est due à une décalcification de l'os. Elle se traduit cliniquement par des douleurs de l'impotence, des déformations, des hypertrophies osseuses, des productions osseuses anarchiques dans le tissu conjonctif, les muscles, présence d'exostoses sur les os longs et les os plats. A la radiographie on a une transparence osseuse exagérée avec des travées plus nettement dessinées qu'à l'état normal.

Ces manifestations osseuses sont plus tardives.

Autres manifestations

- * Exiteries : elles sont dues à l'ossification des tendons à l'épaississement des articulations, à la formation des exostoses. Ces troubles locomoteurs sont plus fréquents sur les bovins frappés de fluorose sévère, elles sont moins fréquentes chez les ovins.
- * Polyurie : elle est due à une irritation du rein, organe intervenant dans l'élimination du fluor.
- * Cachexie : elle est due à une diminution de l'appétit en rapport avec les lésions dentaires. En effet les dents lésées deviennent très sensibles à l'eau froide et rendent difficile la consommation alimentaire.
- * Les côtes : elles deviennent plus larges, arc-boutées, et peuvent se casser spontanément. La réparation se traduit par des cals osseux volumineux.
- * Les phanères et le cuir : Le poils est dur, hérissé. La corne pousse plus rapidement et le cuir perd sa souplesse.

Pathogénie

C'est le mécanisme intime d'action du fluor dans l'organisme.

Au niveau de la dent : Le fluor remplace les radicaux hydroxyles (OH-) de la dent. L'action toxique sur les améloblastes conduit à la formation d'une matrice anormale, ce qui a pour conséquence, une minéralisation défectueuse et irrégulière de la dent. Cette hypoplasie serait due à la dégénérescence des améloblastes, entraînant alors l'arrêt du développement des prismes de l'émail et perturbe la formation d'un émail normal (37).

Au niveau de l'os : Le fluor remplace les radicaux hydroxyyles (OH-) de l'os et forme de la fluoro-apatite. Il en résulte une stimulation de l'activité des osteoclastes et des osteoblastes prédisposant les tendons et les structures périarticulaires à la minéralisation. Il se forme alors des exostoses accompagnées ou non de résorption osseuse dans certaines zones.

Ainsi à concentration élevée le fluor exerce une action stimulante sur les osteoblastes avec formation d'exostoses et apparition d'ostéoporose. A faible concentration il se développe une ostéosclérose.

Au niveau du rein : Le fluor exerce une action lésionnelle plus ou moins prononcée au niveau des cellules tubulaires (31). Ces troubles peuvent provoquer une néphrite chronique et une augmentation de la diurèse.

Diagnostic

Il se base sur un ensemble de données épidémiologiques, cliniques, lésionnelles et de laboratoire.

Diagnostic épidémiologique

Au Sénégal on a constaté que seul les hommes sont frappés de fluorose dans les régions de Diourbel, de Kaolack et de Thiès. En Afrique du Nord et ailleurs, les animaux atteints de Darmous sont ceux qui vivent, ou ont vécu dans les régions phosphatières, volcaniques ou autour des usines de traitement des phosphates, des usines de fabrication d'aluminium, de verre, de céramique, d'émail, autour des cimenteries, des aciéries.

Diagnostic clinique et lésionnel

Il se base sur les manifestations de la fluorose. Les exostoses et les boiteries étant inconstantes, les manifestations dentaires constituent souvent le seul élément clinique pour le diagnostic.

Diagnostic de laboratoire

Le dosage du fluor dans les aliments, dans l'eau de boisson constitue un élément de suspicion de la fluorose.

Le taux de 20 - 30 ppm de fluor alimentaire total cause la marbrure des dents, au delà de 50 ppm il y a des boiteries et une chute de la production laitière (13).

L'ingestion d'eau contenant 1 ppm de fluor par les bovins peut élever la concentration de fluor dans l'organisme animal à 0,01 - 1,0 mg/kg de poids vif.

L'ingestion d'eau contenant 4-5 ppm de fluor cause des marbrures sur les dents des bovins (13). Lorsque le taux de fluor dépasse une certaine limite dans les aliments et dans l'eau de boisson, l'apparition des lésions dentaires est inévitable. Le taux de fluor dans le sang, les urines, les os permet d'établir le diagnostic de la fluorose (14), (36). Outre ces dosages on peut mettre en évidence les lésions d'organes dues à l'intoxication par le fluor : exemple les lésions renales. C'est ainsi que KESSABI et coll. en 1983 (32) ont montré qu'on pouvait mettre en évidence la fluorose par le dosage de certains paramètres biochimiques sériques dont les minéraux, les substrats, les protéines et les enzymes. Le tableau 4 page 29 montre les résultats obtenus en zone de Darmous (fluorose) et en zone de contrôle.

Evolution de la fluorose

C'est une maladie à évolution lente avec tout d'abord une diminution de l'appétit entraînant un amaigrissement de plus en plus

Tableau 4: Serum Sodium, Potassium, Calcium, Magnésium, Inorganic phosphate, Glucose, Cholestérol, Urea, Créatinine, Proteins and Enzyme concentrations. Results are Mean \pm SD (n=50 in each area)

Parameters	Darmons	Control	P
Sodium (mM/l)	146 \pm 15	138 \pm 27	NS
Potassium (mM/l)	8.3 \pm 0.8	6.2 \pm 1.1	<0.001
Calcium (mM/l)	2.2 \pm 0.3	2.6 \pm 0.3	<0.001
Magnésium (mM/l)	1.1 \pm 0.1	1.3 \pm 0.2	<0.05
Inorganic phosphate (mM/l)	1.5 \pm 0.6	1.6 \pm 0.4	NS
Glucose (mM/l)	3.3 \pm 0.4	3.8 \pm 0.6	<0.01
cholesterol (mM/l)	2.2 \pm 0.3	2.9 \pm 0.6	<0.001
Urea (mM/l)	8.5 \pm 2.3	5.5 \pm 1.7	<0.001
Créatinine (mM/l)	0.16 \pm 0.06	0.15 \pm 0.04	NS
Total proteins (g/l)	68.5 \pm 5.1	72.2 \pm 4.7	<0.001
Albumin (μ M/l)	445 \pm 52	562 \pm 30	<0.01
α globulins (g/l)	11.2 \pm 1.7	8.1 \pm 2.9	<0.01
β globulins (g/l)	7.6 \pm 1.8	6.9 \pm 2.6	NS
σ globulins (g/l)	19.2 \pm 2.5	16.8 \pm 1.9	<0.01
AST (μ /l)	111 \pm 41	43 \pm 19	< 0.001
ALT (μ /l)	39 \pm 9	43 \pm 8	NS
LDH (μ /l)	1150 \pm 430	510 \pm 150	< 0.001
ALP (μ /l)	132 \pm 53	27 \pm 9	< 0.001
GGT (μ /l)	36.5 \pm 1.2	33.0 \pm 1.6	< 0.01

Source: KESSABI et Coll 1983 (32)

important de l'animal pour aboutir à l'état de cachexie.

Traitement

Il n'y a pas de traitement proprement dit. Mais on peut mettre à profit l'affinité du fluor pour le calcium et injecter du gluconate de calcium. L'utilisation d'alumine est susceptible de diminuer l'absorption intestinale de fluor et réduire sa toxicité (30). PROMAYRAT (45) propose un traitement hygiénique par une alimentation bien équilibrée.

- Conduite à tenir devant un animal malade : le retirer de la zone contaminée, ou l'abattre si la fluorose est sévère (émail portant des tâches étendues, plus ou moins intenses brun-foncé ou noires).

Prophylaxie

On peut prévenir la fluorose qui semble inévitable par la construction d'usines de récupération, et de détoxication des fumées et déchets toxiques riches en fluor, par la deshydratation; le lavage et la conservation des fourrages dans des silos ; par la distribution de la ration bien équilibrée, par des apports de phosphore défluoré ; par la distribution en courtes périodes de phosphates non traités riches en fluor et aussi par la détermination de la teneur en fluor des eaux de boisson et des phosphates complémentaires pour détecter les signes précurseurs de la fluorose.

Chapitre II : Le projet "IMPHOS"

2.1. Définition.

Le projet "IMPHOS" est un projet d'étude des phosphates naturels en alimentation animale pour la prophylaxie des carences en phosphore du bétail en élevage extensif sahélien.

Il est financé par l'Institut Mondial du Phosphate (IMPHOS) dont le siège est à Casablanca (Maroc).

2.2. Objectifs

Le projet "IMPHOS" a pour but de poursuivre les travaux de SERRES et BERTAUDIÈRE au Tchad en 1979 (53), puis DIALLO et Coll. en 1985 (20) et NDIAYE en 1985 à Dahra (Sénégal) (38). Les expériences débutées depuis juin 1987 en collaboration entre l'EISMV et l'ISRA qui sont actuellement menées au CRZ de Dahra ont pour base la comparaison entre les phosphates naturels de Taïba et de Thiès et la poudre d'os en vue d'identifier le phosphate le plus performant, de déterminer la dose optimale de distribution au Zébu Gobra, d'étudier le mode et la périodicité de la distribution les plus appropriés, d'étudier l'influence de ces phosphates sur le comportement pondéral de taurillons Gobra et d'évaluer les risques de toxicité et de faire une évaluation économique.

2.3. Protocole expérimental

Durant la première phase du projet (1987 -1988 et 1988-1989) les traitements prévus concernent la distribution des phosphates naturels de Taïba, de Thiès et de la poudre d'os à 78 taurillons Gobra, d'un poids moyen de 150 kg, âgés de 12 à 20 mois, entretenus sur un pâturage naturel avec de l'eau à volonté au CRZ de Dahra. Le schéma de distribution est présenté au tableau 5 page (32).

Tableau 5 : Schéma de distribution des phosphates naturels

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot témoin
Type de phosphate	Taïba	Taïba	Thiès	Thiès	Poudre	0
					d'os	
Quantité à distribuer par animal et par jour	50 g	50 g	50 g	100 g	65 g	0
Mode de distribution	conti- nu	discon- tinu	conti- nu	conti- nu	conti- nu	-
Nombre d'animaux	13	13	13	13	13	13
Couleur des cornes	Jaune	Rouge	Vert	Bleu	Noir	0

Paramètres à mesurer pour apprécier les traitements

1) Evolution pondérale des taurillons

Le suivi pondéral des taurillons se fait par pesée des animaux à jeun. Une triple pesée en début d'expérience suivie d'une double pesée mensuelle et d'une triple pesée à la fin de la première phase (phase I)

2) Fluorémie, calcémie et phosphatémie

L'évolution de la teneur sanguine en fluor, phosphore et calcium est suivie par prélèvement mensuel de sang et dosage du fluor, du calcium et du phosphore. D'autres électrolytes (Sodium, potassium, magnésium, chlore), des enzymes (TGO et TGP), des substrats (urée et créatinine) sont également mesurés.

3) Les examens cliniques

Ils concernent : l'état général, l'appareil locomoteur (boiteries, exostoses), l'appareil bucco-dentaire.

Ces examens chimiques ont lieu tous les 15 jours.

4) Collecte du berger

Tous les mois, le berger collecte un échantillon représentatif du fourrage ingéré par les animaux en vue de la détermination de la matière organique, de l'azote total et du phosphore.

5) Analyse chimique des phosphates de Taïba et de Thiès

Des résultats concernant la valeur chimique de ces phosphates sont déjà disponibles (NDIAYE 1985 (38), CISSE 1983 (11), CSPT 1982 (15)). Il s'agit ici d'effectuer des répétitions pour détecter une hétérogénéité liée aux mines. Sont déterminés : la solubilité à l'acide citrique, le calcium, le phosphore, la silice, le fluor, l'alumine, le chlore, le potassium, le fer, le sodium, le magnésium, le cuivre, le zinc, le cobalt et la cadmium.

A la deuxième phase du projet (1989-1990 et 1990-1991) qui n'a pas encore démarré, en plus du suivi Clinique, des prélèvements de sang et l'évolution pondérale, un suivi des performances de reproduction de génisses sera réalisé.

2.4. Résultats préliminaires

Ils ont été fournis d'une part par l'ISRA concernant la consommation des phosphates, les collectes de fourrages et le prélèvement des eaux de forage par le berger, l'examen clinique et le suivi pondéral des animaux, les analyses chimiques : des phosphates et d'autre part par

l'EISMV concernant la biochimie sérique et l'examen clinique.

2.4.1. La consommation des phosphates

Le phosphate de Thiès comme la poudre d'os a été bien consommé mais le phosphate de Taïba l'a été très peu. Pour augmenter son appétabilité il a fallu le mélanger avec un peu de mélasse ou de graines de coton.

2.4.2. Collectes du berger

- Les fourrages collectés mensuellement par le berger ont été analysés au Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires (LNERV) dans le service d'Alimentation-Nutrition et les résultats figurent au tableau 6 page (35). Ils montrent que le fourrage est de bonne qualité en juillet, en Août et Septembre. Cette qualité évolue rapidement avec une chute des teneurs en protéines, calcium et phosphore en saison sèche.

- Les eaux de forage prélevées ont été aussi analysées. Une teneur en fluor de 0,13 p 100 a été trouvée (tableau 7 page 36). Cette teneur est inférieure à la limite supérieure tolérée.

2.4.3. Examen clinique des animaux

- L'état général : il a été bon dans l'ensemble du troupeau. On a noté deux cas d'abcès au niveau des maxillaires et des lésions cutanées qui ont été tous traités. Un animal trop rétif du lot témoin a été retiré de l'expérience.

- L'appareil osseux : Pas de boiteries, ni d'exostoses.

- L'appareil bucco-dentaire : un brunissement des dents et une rugosité ont été notés à l'apparition des dents adultes. Ces lésions existent sur tous les lots et ne peuvent pas être attribuées à une intoxication par le fluor des phosphates (21), (29).

TABLEAU 6

Valeur chimique du fourrage ingéré

COMPOSITION CHIMIQUE	g/kg ms					
DATE DE RECOLTES	Matière organique	Matières azotées totales	Cellulose brute	Insoluble chlorhydrique	Calcium	Phosphore
JUIN 1987	889	100	-	-	7.69	1.21
JUILLET 1987	897	186	353	66	7.44	-
AOÛT 1987	820	290	-	105	8.66	2.75
SEPTEMBRE 1987	928	151	318	18	6.91	1.10
OCTOBRE 1987	927	115	360	13	6.75	1.50
NOVEMBRE 1987	931	122	374	14	5.42	1.75
DECEMBRE 1987	936	82	404	21	5.51	1.08
JANVIER 1988					ANALYSES EN COURS	
FEBVRIER 1988	965	82	454	0	4.04	0.76
MARS 1988	-	-			ANALYSES EN COURS	
AVRIL 1988	-	-			ANALYSES EN COURS	

N.B.: LES ANALYSES COMPLEMENTAIRES DE MINERAUX SONT EN COURS.

TABLEAU.7 COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE FORAGE DE Dahra

TENEUR EN MINERAUX		
		Limite supérieure tolérée
EAU DE FORAGE PARCELLE A Dahra: (NRC 1974 d'après CHURCH 1984)		
Ca ppm	12	-
P	Analyse en cours	-
Cu ppm	Analyse en cours	0.5
Zn ppm	0.01	25
Mg mg/l	6.2	-
Fe ppm	0.16	-
Fluor mg/l	1.3	2
Cadmium mg/l	Analyse en cours	0.05
Cobalt mg/l	Analyse en cours	1

2.4.4. Comportement pondéral des animaux

L'évolution pondérale des animaux est décrite dans les tableaux 8 et 9 page 38 et 39. Dès la mise en lot les animaux ont amorcé une croissance qui a été freinée par la "crise de juillet". D'août à septembre les gains de poids ont été très importants (>1 kg). A partir d'octobre il y a eu une croissance modérée.

- une analyse de variance sur les gains moyens quotidiens (GMQ) effectuée sur l'ensemble des 6 lots ne montre pas de différences significatives. De même toutes les analyses de variance des lots 2 à 2 se sont avérées non significatives ($P < 0,05$).

- une analyse de variance sur les poids vifs bruts (PVB) du mois d'avril 1988 donne des résultats identiques à ceux obtenus pour les GMQ. Cette analyse de variance à la base 100 montre qu'il y a une différence entre les 6 lots. Les analyses de variance des lots 2 à 2 montre une supériorité significative du lot 5 (poudre d'os) sur le lot témoin ($P < 0,001$). Les phosphates n'ont pas eu une influence significative.

2.4.5. Analyses chimiques des phosphates et de la poudre d'os

- Les phosphates : Les résultats de l'analyse des phosphates de Taïba (Tableau 10 page 40) et de Thiès (Tableau 11 page 41) montrent qu'ils sont riches en minéraux et oligo-éléments. Le phosphate de Taïba a une solubilité citrique moyenne. Son rapport phosphocalcique (Ca/P) est compatible avec une bonne absorption de ces éléments dans l'organisme. Mais sa teneur en fluor et en calcium est élevée.

Le phosphate de Thiès est moins riche en fluor par rapport à celui de Taïba, mais d'une solubilité citrique très mauvaise. Le rapport Ca/P y est défavorable à une bonne fixation de ces éléments par l'organisme. Ce phosphate est aussi riche en fer, en cadmium.

- La poudre d'os : Les résultats de l'analyse de la poudre

Tableau 8 : POIDS MOYEN MENSUEL DES ANIMAUX

Date	L O T S					
	1	2	3	4	5	6
1 07/06/87	140.60	144.10	140.60	141.70	138.60	146.30
2 07/07/87	149.30	148.60	149.10	153.10	150.30	155.30
3 02/08/87	136.00	135.20	134.80	140.80	137.20	141.10
4 01/09/87	172.10	171.90	171.00	175.20	171.30	176.40
5 30/09/87	206.80	208.10	203.60	210.80	203.60	208.40
6 27/10/87	222.30	220.30	220.80	221.50	219.90	228.80
7 24/11/87	237.90	236.00	234.00	241.10	235.80	240.70
8 22/12/87	244.00	241.50	238.40	245.70	242.90	248.00
9 19/01/88	253.80	253.30	248.30	247.70	246.80	254.80
10 16/02/88	253.00	250.10	249.60	251.10	256.40	248.90
11 14/03/88	259.00	255.00	252.70	257.80	260.50	263.90
12 12/04/88	257.60	248.50	252.10	258.10	260.50	262.00

Tableau 9 : GAINS MOYEN QUOTIDIEN DES LOTS g/jours

Périodes	L O T S					
	I	II	III	IV	V	VI
06/06 - 06/07 1987	281	145	274	367	377	290
07/07 - 01/08 1987	-511	-515	-550	-473	-504	-546
01/08 - 30/08 1987	1 200	1 200	1 200	1 100	1 130	1 176
31/08 - 29/09 1987	1 150	1 200	1 080	1 180	1 070	1 060
30/09 - 27/10 1987	750	469	661	423	630	754
28/10 - 24/11 1987	507	571	471	700	568	454
25/11 - 21/12 1987	218	196	157	164	254	261
22/12/87 - 18/01/88	350	421	354	71	139	243
19/01 - 16/02 1988	-29	-114	46	121	343	86
17/02 - 14/03 1988	214	178	110	239	146	239
15/03 - 12/04 1988	-50	-232	-21	11	0	-68
gmq sur 311 jours	376	336	359	374	392	372

Tableau 10: COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE TAIBA

Minéral p100	LNERV 1988	IEMVT 1985 (1)	NDIAYE 1985	CSPT 1980 (2)	Moyenne
Calcium	34.46	30,5	30	36	32.74
Phosphore	15	14	15	15.8	14.95
Fluor	1.75	2.76	3.5	3.7	2.9
Magnésium	0.12	-	-	0.01	0.065
Sodium	-	-	-	0.08	0.081
Aluminium	-	2.29	-	0.56	1.42
Silice	0.23	-	-	2.66	1.44
Potassium	-	-	-	0.0066	0.0066
Cadmium	0.0091	-	-	-	0.0091
Fer	0.053	-	-	0.37	0.210
Manganèse	0.00025	-	-	0.0309	0.015
Ca/p	2.29	2.10	2	2.20	2.14
Solubilité à l'acide citrique 2p100	-	45	-	-	-
Disponibilité biologique	intermédiaire (3)				

(1) Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux,
Maison Alfort, FRANCE

(2) Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba - Sénégal

(3) D'après Conrad et al. 1985

Tableau 11: COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE THIES

Minéral p100	SMT 1975 (1)	LNERV 1988	IEMVT 1985	NDIAYE 1985	SSPT(2)	Moyenne
Calcium	7.40	8.82	6	6.83	6.4	7.09
Phosphore	15.2	12.7	13	14	12.8	13.54
Fluor	0.95	0.70	0.95	0.70	0.80	0.82
Magnésium	0.1	0.06	-	-	-	0.08
Sodium	0.6	-	-	-	-	0.6
Aluminium	19.3	-	16.01	-	16.1	17.1
Silice	2.5	-	-	-	2.5	2.5
Fer	6.4	-	-	-	7	6.7
Cadmium	-	0.0098	-	-	-	0.0098
Ca/p	0.48	0.69	0.46	0.48	0.50	0.52
Solubilité à l'acide citrique 2p100			32			
CuD				20(3)		
Disponibilité biologique	intermédiaire (4)					

(1) Société des Minerais de Thiès

(2) Société Sénégalaise des phosphates de Taïba

(3) D'après GUEGUEN 1961

figurent au tableau 12 page 43. Elle est riche en ca, P et le rapport ca/p est bon. Elle a une faible teneur en fluor.

2.4.6. Biochimie sérique

Les prélèvements mensuels de sang de juin 87 à février 88 ont été dosés par le Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicales de l'E.I.S.M.V. de Dakar. Au total 21 paramètres ont été dosés : minéraux (électrolytes), constituants organiques (substrats) et des enzymes. Les valeurs obtenus n'ont pas montré de modifications significatives pouvant être rattachées aux effets toxiques du fluor (29). L'étude du calcium et du phosphore ne montre aucune augmentation significative. Mais pour le fluor, sa teneur sanguine n'a pas été dosée par faute de quantité suffisante de plasma.

Tableau 12: COMPOSITION CHIMIQUE DE LA POUDRE D'OS

Minéral p100	LNERV 1986 (1)		BRGM 1988 (2)	LNERV 1988	Moyenne
	farine d'os de mâchoire	farine d'os de cornillon			
Calcium	17.6	17.9	27.3	17.1	19.9
Phosphore	9.8	11.4	9.7	9.9	10.2
Magnésium	-	-	1.43	2.93	2.18
Fer	-	-	0.31	-	0.31
Fluor	-	-	-	0.2	0.2
Silice	1.6	0.5	0.5	-	0.86
Cadmium	-	-	-	0.00021	0.00021
Rapport Ca/p	1.7	1.5	2.8	1.7	1.9
Disponibilité biologique	Haute (3)				

(1) LNERV : Laboratoire National de l'Elevage et de Recherche
Vétérinaire

(2) BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et minières

(3) D'après Conrad et al. 1985

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

1.1. MATERIEL

1.1.1. Matériel de terrain

1.1.1.1. Les animaux d'expérience

a - Description générale et composition

Les animaux d'expérience sont des taurillons Gobra du Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Dahara dont le berceau correspondrait au Djollof au Nord Sénégal (22),(40). Le Zébu Gobra se trouve dans toutes les zones sahéliennes d'Afrique avec des variations plus ou moins marquées et sous d'autres appellations (17).

Son aptitude dominante est bouchère, le rendement à l'abattage pouvant atteindre 70 à 72 p100. Sa production laitière est faible mais suffisante pour le veau (17).

L'expérience a démarré en Juin 1987 avec 78 taurillons Gobra, âgés de 1 à 2 ans, pesant en moyenne 140 à 150 kg. Ces animaux ont été vaccinés et déparasités, puis divisés en 6 lots de 13 taurillons chacun (Tableau 13 page 45). Au cours de la première période (1987-1988) un animal du lot témoin trop rétif a été retiré de l'expérience par suite d'une blessure. Au cours de la deuxième période (1988-1989) 13 animaux ont été abattus pour expertise au mois d'Août, et un animal du lot 3 a été abattu en avril suite à une fracture. On compte maintenant 63 taurillons pour l'expérience, âgés de 3 à 4 ans et pesant entre 300 à 400 kg.

b - Mode d'élevage et environnement des animaux

Comme tous les animaux du CRZ de Dahra, les animaux du projet "IMPHOS" vivent en élevage extensif amélioré, gardés par un berger salarié dans la parcelle A du CRZ (Fig 1 page 46). Cette parcelle couvre une superficie de 429 ha.

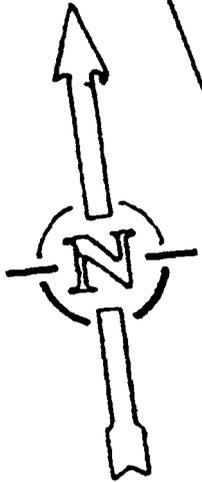
TABLEAU 13 - CONSTITUTION DES LOTS DE TAURILLONS

LOT 1 (jaune)		LOT 2 (rouge)		LOT 3 (rouge)		LOT 4 (bleu)		LOT 5 (noir)		LOT 6 (sans couleur)	
N°	poids	N°	poids	N°	poids	N°	poids	N°	poids	N°	poids
072	121	073	126	064	132	074	113	075	132	076	118
057	140	065	139	012	144	070	156	63	139	046	117
077	150	027	142	078	145	041	115	043	118	067	112
036	110	031	126	069	121	059	138	028	129	051	127
6755	226	6756	211	056	120	045	110	079	112	6761	188
040	131	034	117	6726	223	6713	236	060	130	029	105
071	126	062	147	042	116	061	150	049	149	6748	226
054	121	066	120	053	153	068	126	6759	233	6745	202
058	160	033	128	035	128	6720	215	030	104	044	114
6715	200	6742	208	6751	222	6727	209	6716	213	047	157
6719	193	6757	214	6740	180	013	133	032	115	6741	208
039	120	080	120	014	111	038		026	131	037	155
048	143	055	140	052	137	050	137	6749	214	100	150
MOYENNE	149,3	MOYENNE	149,3	MOYENNE	148,6	MOYENNE	150,3	MOYENNE	147,6	MOYENNE	152,2
	± 34,5		± 35,0		± 36,0		± 40,8		± 41,4		± 39,9
	N = 13		N = 13		N = 13		N = 13		N = 13		N = 13

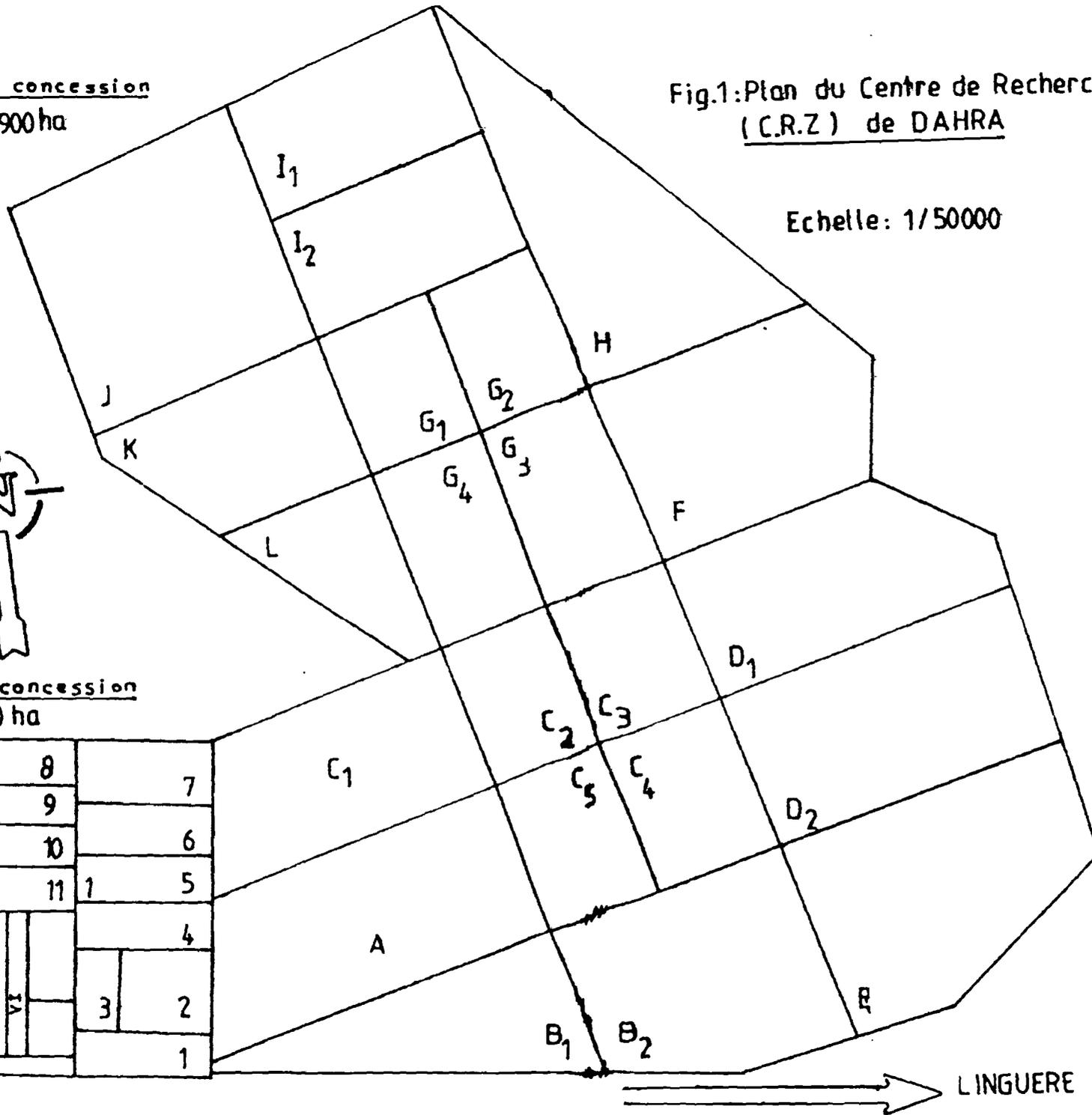
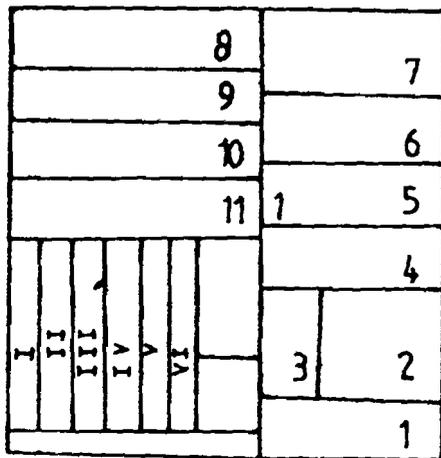
Grande concession
5900 ha

Fig.1: Plan du Centre de Recherches Zootechniques
(C.R.Z) de DAHRA

Echelle: 1/50000



Petite concession
900 ha



Le CRZ de Dahra constitue l'environnement de ces animaux. Il est situé au Nord-Est de la zone sylvopastorale du Nord Sénégal ou ferlo (carte 1 page 7). Les caractéristiques climatiques de cette zone ont été largement développées dans notre première partie. Nous retiendrons que c'est une zone sahélienne avec une longue saison sèche et une courte saison pluvieuse. On note en général une faiblesse des précipitations.

Le Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) occupe une superficie totale de 6800 ha dont 900 ha pour la petite concession où se trouvent les locaux administratifs, les logements, les ateliers, les magasins, le laboratoire, l'école, l'infirmerie, les bâtiments d'exploitation : (bouverie, bergerie), les routes d'accès..., et 5900 ha pour la grande concession divisée en 22 parcelles dont la parcelle A. Le Centre est alimenté en eau par deux forages : le forage de la petite concession et celui de la grande concession. Le courant est fourni par un groupe électrogène.

c - Alimentation et abreuvement

Les animaux ont un régime alimentaire exclusivement basé sur le pâturage naturel de la parcelle A du CRZ de Dahra.

Ce pâturage est composé d'herbes en majorité auxquelles s'ajoutent des arbres et des arbustes. Le tapis herbacé, composé de graminées est dominé par *Zornia glochidiata* qui représentait 60 p 100 de la biomasse (d'après le service agrostologique du CRZ de Dahra). Les arbres fourragers sont représentés par *Balanites aegyptiaca*, *Acacia nilotica*, *A. tortilis*. Cette végétation arborée constitue un appoint important pendant la saison sèche. En effet, les gousses, les feuilles et les fruits sont très bien appréciés par les animaux. Des arbustes fourragers comme *Guiera senegalensis* se trouvent aussi dans la parcelle A.

Les animaux passent le temps dans cette parcelle, sauf les jours de prélèvements et de pesée.

L'abreuvement des animaux se fait à volonté dans l'abreuvoir de la parcelle A qui leur permet de boire une à deux fois par jour.

1.1.1.2. Compléments minéraux utilisés

Les phosphates naturels

Les phosphates utilisés proviennent des gisements de Taïba et de Thiès. Ils n'ont subi aucun traitement particulier mais ils ont été moulus pour l'usage. Leur composition chimique a été donnée dans la première partie (Tableaux 10 et 11 page 40 et 41).

- La poudre d'os

Elle est achetée sur le marché. Importée ou fabriquée localement sa disponibilité n'est pas régulière. Sa composition abordée déjà dans la première partie figure au tableau 12 page 43.

1.1.2. Matériel technique

Il est composé de :

- tubes secs sous vide (Venoject) pour prélèvement de sang
- tubes à hémolyse pour conservation du serum
- porte tubes (embouts)
- aiguilles à usage unique
- centrifugeuse
- glacière
- générateurs de froid

1.2. METHODES

1.2.1. Distribution des phosphates naturels

Le schéma de distribution a déjà été donné à la première partie (tableau 5 page 32). Nous rappelons que cette distribution s'effectue

individuellement le matin avant l'abreuvement, après attache de chaque animal à un pieu.

Chaque type de phosphate (Taïba, Thiès), sous forme poudreuse est contenu dans un sachet plastique, à la quantité indiquée pour la distribution. Il est vidé entièrement dans un récipient par le berger, mélangé avec un peu de mélasse, ou du sel marin, ou de la graine de coton et déposé devant l'animal attaché. Avec le mélange phosphate naturel et sel marin (ou graine de coton) on ajoute un peu d'eau de boisson pour humidifier le mélange et faciliter la préhension. Les numéros des animaux qui consomment leur dose du jour sont notés tous les jours dans un cahier par le berger.

1.2.2. Examen clinique des animaux

Il est pratiqué tous les mois, en même temps que les prélèvements de sang pendant la contention des animaux. Cet examen porte surtout sur l'état général, l'appareil osseux (maxillaires inférieurs, côtes, métatarsiens, métacarpiens) pour détecter d'éventuels exostoses, cal-osseux.

Il porte également sur les articulations pour rechercher des épaisissements, sur les dents pour rechercher les colorations anormales, les marbrures, les déformations, les cavités, les rugosités, l'aspect crayeux.

1.2.3. Le suivi pondéral des animaux

Pour suivre l'évolution pondérale des différents lots, les animaux sont pesés pendant deux jours consécutifs, tous les mois, le matin à jeun (double pesée). La première pesée s'effectue immédiatement après les prélèvements de sang, puis les animaux sont reconduits à la parcelle A où ils reçoivent les phosphates naturels, l'eau et vont au pâturage. Le soir ils sont conduits au parc de prélèvement pour y passer la nuit jusqu'au

lendemain matin pour subir la deuxième pesée. La pesée s'effectue avec une bascule fixe, située au bout du couloir de contention. Avec les deux poids notés on calcule la moyenne afin d'éviter les variations dues à la bascule et au contenu digestif.

1.2.4. Les prélèvements de sang

Ils ont été effectués une fois par mois, à jeun, au même jour que la pesée. Le sang est prélevé par ponction de la veine jugulaire, après contention de l'animal dans un couloir. Les échantillons prélevés sur tous les lots sont collectés dans des tubes secs sous vide identifiés. Après rétraction du caillot, les échantillons sont centrifugés à 3500 tours pendant 7 minutes.

Le serum constitué par le surnageant est décanté dans des tubes à hémolyse, numérotés comme les tubes secs sous vide. Les prélèvements sont conservés dans un congélateur du laboratoire du CRZ de Dahra avant d'être transportés à Dakar dans une glacière avec des générateurs de froid. Et là ils sont conservés au congélateur à -30.C dans le laboratoire du Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicales de l'EISMV jusqu'aux analyses biochimiques.

1.2.5. Les analyses biochimiques

Toutes les analyses biochimiques ont été faites au laboratoire du Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicale de l'EISMV de Dakar. Les constituants biochimiques suivants ont été dosés : protéines totales, glucose, urée, magnésium, calcium, phosphore.

- Le glucose, l'urée, le magnésium, le calcium et le phosphore ont été déterminés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un spectrophotomètre type "Varian DMS80 uv visible".

- Les protéines totales ont été déterminées par refractométrie à l'aide d'un refractomètre type "ATAGO".

1.2.6. Analyses statistiques

L'objectif du travail est de mettre en évidence les variations des paramètres biochimiques sériques pouvant être rattachées aux effets de la complémentation par les phosphates naturels.

Tous les calculs ont été effectués sur ordinateur "OLIVETTI PC M24 de l'EISMV de Dakar, grâce au programme "Système d'exploitation Dos, en utilisant le logiciel" SPSS-PC (Statistical package for Social Sciences) et les procédures : ONE WAY avec LSD test et ANOVA.

Les tests utilisés sont des tests paramétriques partant du fait que la distribution des différents constituants biochimiques est Gaussienne. Ceci permet de faire une analyse descriptive : moyenne (Mean), écart-type (Standard Déviation).

L'analyse de variance a utilisé la somme des carrés, la moyenne des carrés.

CHAPITRE II : LES RESULTATS

Nous présentons dans ce deuxième chapitre les résultats de l'examen clinique, de l'évolution pondérale des animaux et des analyses biochimiques.

2.1. Examen clinique des animaux

Les résultats de l'examen clinique concernent une observation de septembre 1988 à Mars 1989 mais ils sont la résultante des distributions précédentes des phosphates naturels à savoir distribution de juin à juillet 1987, arrêt pendant la saison des pluies (Août-Septembre, octobre) reprise de novembre 1987 à juillet 1988

2.1.1. Etat général

L'état général est bon sur l'ensemble du troupeau. Un seul animal du lot 1 recevant du phosphate de Taïba à la dose de 50 g/animal et/jour de façon continue a présenté un mauvais état général et un poids moyen plus faible par rapport aux autres animaux. En effet durant toute l'expérimentation cet animal a eu un poids moyen de 233,44 kg contre 290,22 kg, poids moyen des animaux du lot 1

2.1.2. Appareil osseux

Des boiteries ont été observées au niveau des pattes antérieures sur cinq animaux dont deux animaux du lot 1, un animal du lot 2, un animal du lot 3 et un animal du lot 4. Ces boiteries sont associées à des oedèmes du boulet. Elles sont inconstantes. Par la palpation des côtes, nous avons noté un cal osseux sur la 13^e côte d'un animal du lot 4 sans que l'on puisse dire au préalable qu'il y a eu fracture de la côte. Un animal du lot 3 s'est fracturé le fémur droit au cours de la contention lors du prélèvement de sang.

2.1.3. Les dents

Des lésions dentaires ont été observées sur les incisives adultes. Elles concernent des modifications de la couleur et la présence de cavités.

- Pour ce qui est de la modification de la couleur, nous avons observé onze cas avec des dents colorées en marron plus ou moins foncé. Ces cas se répartissent comme suit :

Cinq cas dans le lot 1, deux cas dans le lot 2, deux cas dans le lot 3, un cas dans le lot 4 et un cas dans le lot 5. Sur l'ensemble du troupeau, ces cas de coloration marron sont plus nombreux (17,46 p 100). Un cas particulier a été observé sur un animal du lot témoin qui a présenté 2 incisives de couleur noire uniforme à la base sans cavités.

- pour ce qui est des cavités, nous avons observé des dents avec des lésions nettes sous forme de petites cavités à fond noir ou marron et de grandes cavités à fond noir.

Les dents portant les grandes cavités sont usées, érodées, crayeuses, avec à la base la coloration marron. Sur l'ensemble des animaux quatre cas de lésions nettes ont été observées (6,35 p 100) dont trois cas au lot 1 et un cas au lot 2 (photo 5 et 6)

Il n'y a pas de lésions sur les dents lactéales. Par ordre d'importance les 1^è mitoyennes (M1) sont les plus lésées, viennent ensuite les 2^è mitoyennes (M2). Les pinces (P) sont peu lésées et les coins n'ont pas de lésions. Ces derniers étaient encore des dents lactéales. Les molaires (M) n'ont pas été observées du fait de leur situation.

2.2. Analyses biochimiques

Les résultats biochimiques ont été obtenus au laboratoire du Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicales de l'EISMV de Dakar. Au total 2268 déterminations nous ont permis d'obtenir ces résultats. Ils concernent des minéraux tels que le calcium, le phosphore et le magnésium ; des constituants organiques tels que les protéines totales, le glucose et l'urée. En plus de ces paramètres biochimiques sériques, nous avons jugé utile de donner des relevés de pesées mensuelles.

2.2.1. Les minéraux

a. La calcémie

L'examen du tableau 14 page 58 et de la figure 2 page 59 nous montre que la calcémie sur tous les lots du mois juillet au mois d'août accuse une diminution non significative. Du mois d'août au mois d'octobre, on note une augmentation significative avec un pic en Octobre. Du mois d'octobre au mois de février, la calcémie en général diminue progressivement pour atteindre une concentration basse au mois de mars (différente significativement du pic) à peu près équivalente à celle du mois de juillet.

La figure 3 page 60 donne les moyennes des résultats des différents lots durant tous les mois de l'expérimentation. On note que le calcium ne diffère pas significativement d'un lot à l'autre (ce qu'on peut observer également avec la figure 2) mais on note malgré tout que le lot 5 à la valeur la plus faible, ensuite viennent le lot témoin, le lot 4 et le lot 1. Le lot 2 et le lot 3 ont des valeurs les plus élevées.

TABLEAU.14

MOYENNES DU CALCIUM (nmol/l) PAR MOIS

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT. TEMOIN
JUILLET	2.51 +/- 0.17	2.47 +/- 0.14	2.54 +/- 0.09	2.47 +/- 0.12	2.35 +/- 0.30	2.52 +/- 0.16
AOUT	2.39 +/- 0.20	2.34 +/- 0.14	2.41 +/- 0.16	2.25 +/- 0.26	2.30 +/- 0.12	2.30 +/- 0.10
SEPTEMBRE	2.90 +/- 0.42	2.93 +/- 0.33	2.84 +/- 0.52	2.61 +/- 0.38	2.81 +/- 0.38	2.88 +/- 0.40
OCTOBRE	3.65 +/- 0.21	3.62 +/- 0.24	3.67 +/- 0.16	3.71 +/- 0.27	3.60 +/- 0.39	3.68 +/- 0.14
NOVEMBRE	3.16 +/- 0.45	3.49 +/- 0.09	3.46 +/- 0.17	3.38 +/- 0.23	3.14 +/- 0.19	3.26 +/- 0.07
DECEMBRE	3.50 +/- 0.27	3.17 +/- 0.27	3.38 +/- 0.18	3.43 +/- 0.45	3.33 +/- 0.16	3.18 +/- 0.27
JANVIER	3.34 +/- 0.16	3.24 +/- 0.17	3.14 +/- 0.34	3.23 +/- 0.21	3.17 +/- 0.22	3.39 +/- 0.22
FEBVIER	3.35 +/- 0.29	3.36 +/- 0.42	3.31 +/- 0.28	3.17 +/- 0.38	3.05 +/- 0.18	3.23 +/- 0.30
MARS	2.33 +/- 0.37	2.59 +/- 0.25	2.47 +/- 0.12	2.64 +/- 0.31	2.36 +/- 0.14	2.51 +/- 0.08

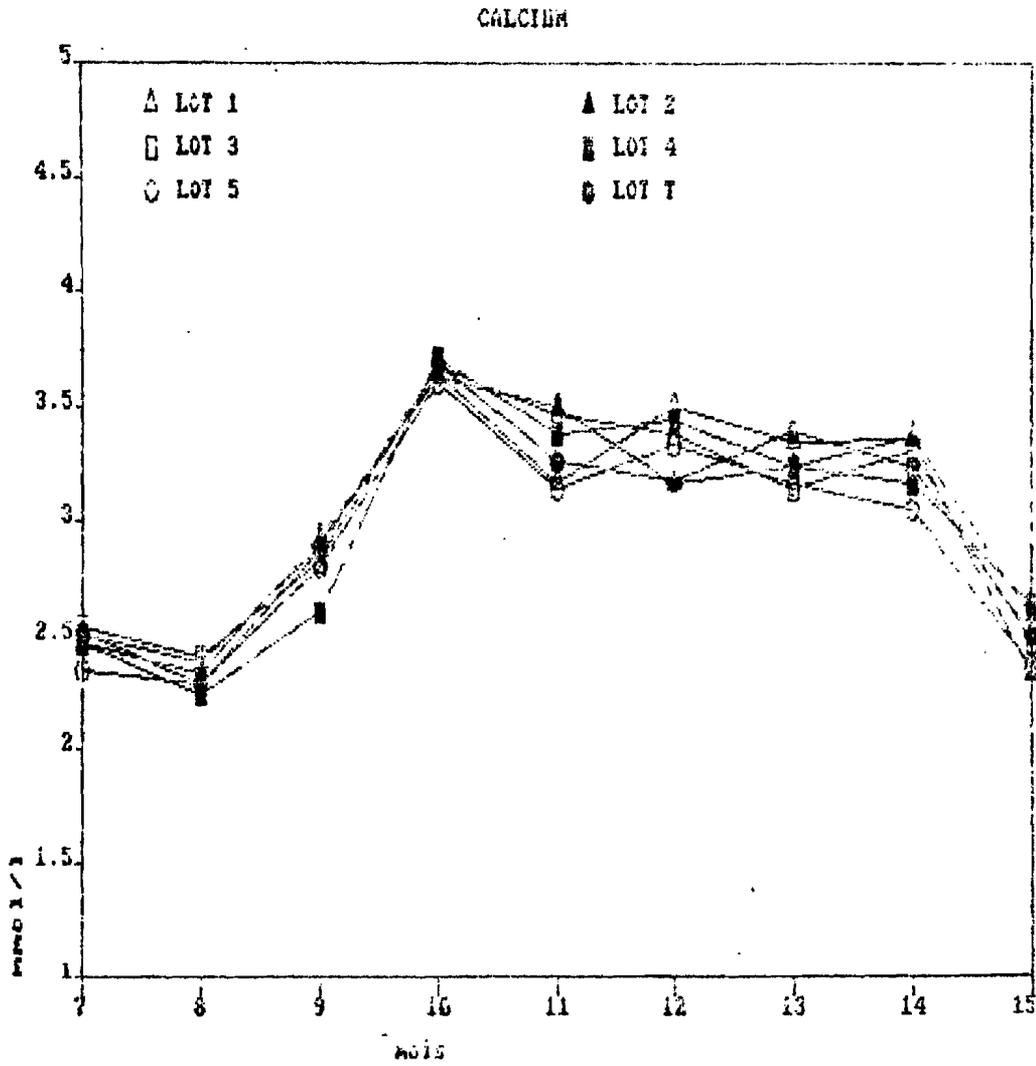


Figure 2 : Calcémie moyenne par mois (Juillet-Mars) et par lot.

BOVINS ZEBU - CALCIUM
(significativité vs Témoin)

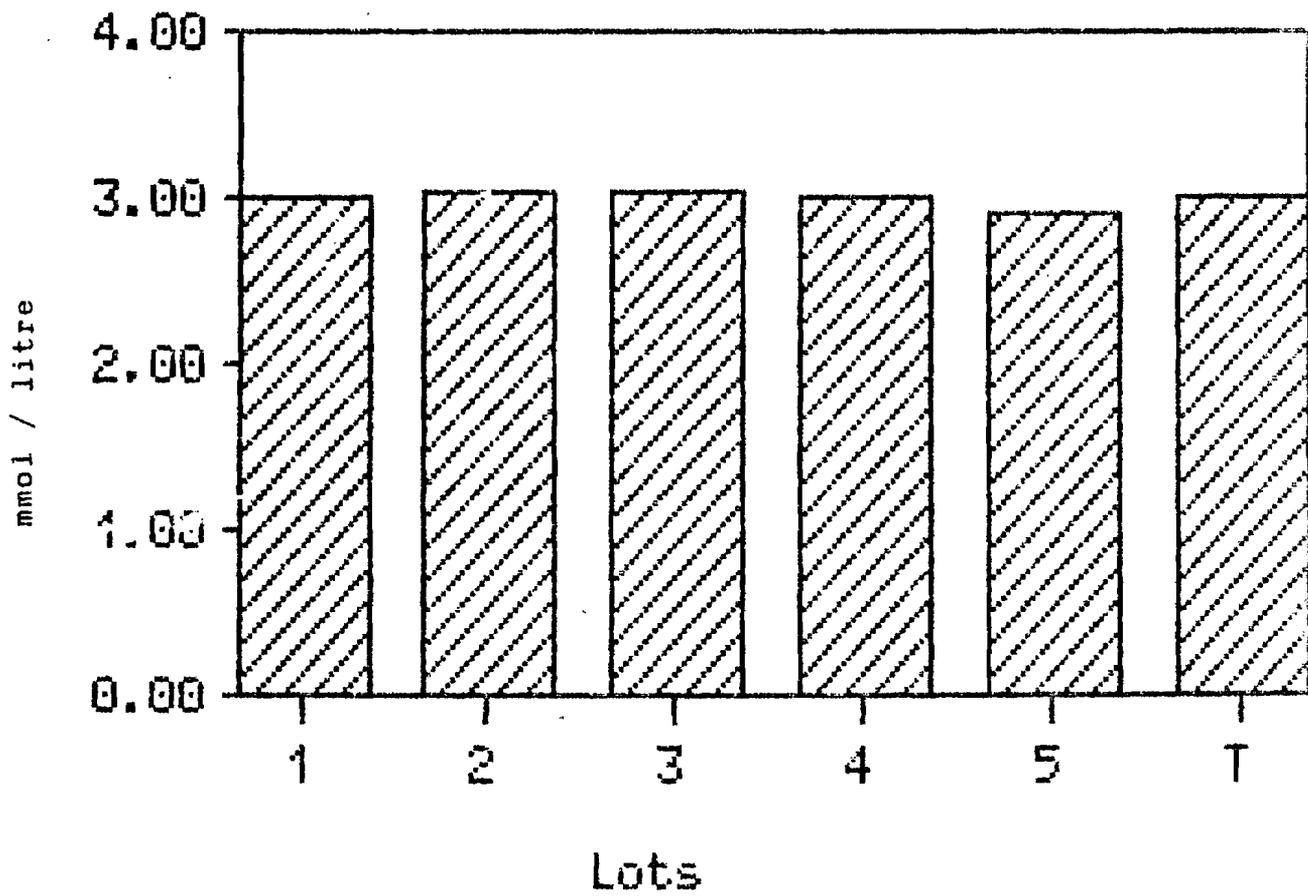


Figure 3 : Calcémie moyenne par lot pour les mois confondus.

b. Phosphoremie

L'examen du tableau 15 page 62 et de la figure 4 page 63 nous indique une augmentation significative du phosphore sur tous les lots du mois de juillet au mois d'août. Du mois d'août au mois de novembre, la phosphoremie diminue significativement. De novembre à mars, la concentration du phosphore sérique a tendance à varier de manière irrégulière et en fonction des lots.

C'est ainsi qu'on remarque que le lot 5, à partir du mois de novembre, montre une phosphorémie très élevée par rapport à la concentration de novembre et par rapport aux autres lots.

La figure 5 page 64 donne les moyennes des résultats du phosphore des différents lots sur tous les mois de l'expérience. Le lot 5 présente de façon significative une valeur supérieure de la phosphorémie par rapport à celles du lot témoin et des autres lots. Entre le lot témoin et les autres lots, les différences ne sont pas significatives.

c. Magnésiémie

Le tableau 16 page 65 et la figure 6 page 66 donnent les moyennes du magnésium sérique par mois et par lot. On remarque une stabilité de la magnésiémie sérique de juillet à septembre. De septembre à octobre, elle accuse une augmentation significative. De octobre à décembre, elle diminue de façon non significative. De décembre à janvier on a une augmentation puis une diminution de février à mars. Ces deux dernières variations sont également non significatives.

La figure 7 page 67 nous donne aussi les moyennes de la magnésiémie sérique tous les mois confondus des différents lots. Seule la moyenne du lot 4 présente une valeur plus basse et différente significativement de celle du lot témoin et des autres lots.

Tableau 15

MOYENNES DU PHOSPHORE (mmol/l) PAR MOIS

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT Témoin
JUILLET	2.06 ± 0.26	2.17 ± 0.13	2.06 ± 0.19	2.02 ± 0.22	2.28 ± 0.25	1.95 ± 0.46
AOUT	2.69 ± 0.25	2.79 ± 0.43	2.90 ± 0.53	3.05 ± 0.20	2.74 ± 0.47	2.85 ± 0.25
SEPTEMBRE	2.31 ± 0.33	2.57 ± 0.23	2.37 ± 0.26	2.59 ± 0.28	2.47 ± 0.38	2.51 ± 0.30
OCTOBRE	2.32 ± 0.35	2.24 ± 0.20	2.15 ± 0.26	2.28 ± 0.24	2.38 ± 0.19	2.31 ± 0.22
NOVEMBRE	2.00 ± 0.29	1.96 ± 0.35	1.80 ± 0.43	2.13 ± 0.48	1.89 ± 0.43	2.00 ± 0.39
DECEMBRE	1.87 ± 0.61	1.79 ± 0.56	2.19 ± 0.32	2.28 ± 0.20	2.86 ± 0.60	2.08 ± 0.37
JANVIER	1.93 ± 0.57	1.89 ± 0.60	1.80 ± 0.31	2.02 ± 0.53	2.57 ± 0.86	2.22 ± 0.75
FEVRIER	1.60 ± 0.24	1.95 ± 0.28	1.70 ± 0.22	2.09 ± 0.58	2.55 ± 0.80	1.74 ± 0.28
MARS	2.38 ± 0.34	2.29 ± 0.33	2.26 ± 0.49	2.18 ± 0.41	2.62 ± 0.74	1.77 ± 0.23

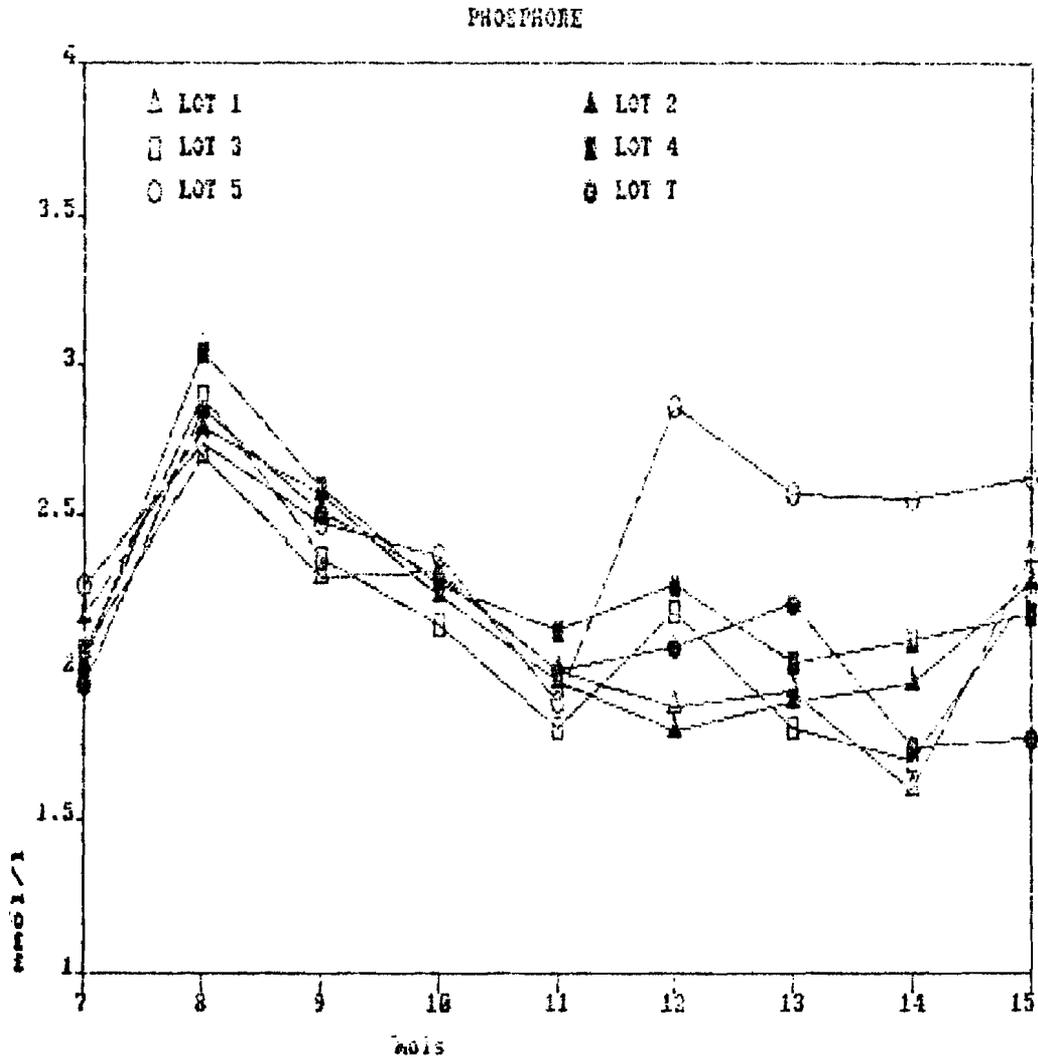


Figure 4 : Phosphorémie moyenne par mois (Juillet-Mars) et par lot.

BOVINS ZEBU - PHOSPHORE
(significativité vs Témoin)

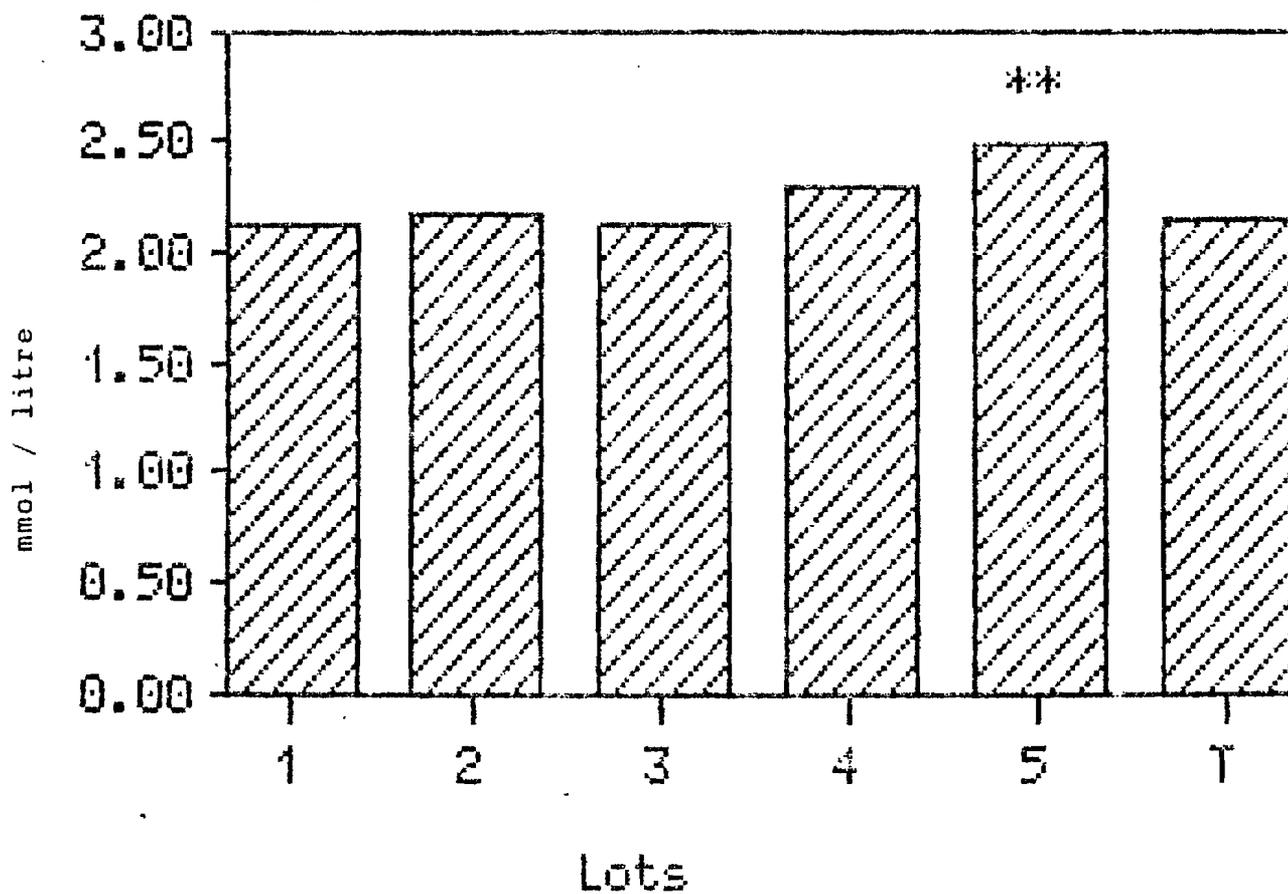


Figure 5 : Phosphorémie moyenne par lot pour tous les mois confondus.

Tableau 16

MOYENNES DU MAGNESIUM (mmol/l) PAR MOIS

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT Témoin
JUILLET	0.96 ± 0.11	0.93 ± 0.11	0.95 ± 0.10	0.99 ± 0.06	0.96 ± 0.17	0.98 ± 0.11
AOUT	1.00 ± 0.09	0.98 ± 0.09	0.94 ± 0.06	0.93 ± 0.06	0.92 ± 0.08	1.01 ± 0.07
SEPTEMBRE	0.95 ± 0.09	0.98 ± 0.08	0.95 ± 0.09	0.87 ± 0.08	0.94 ± 0.07	1.00 ± 0.05
OCTOBRE	1.34 ± 0.21	1.43 ± 0.16	1.39 ± 0.18	1.28 ± 0.20	1.27 ± 0.21	1.35 ± 0.24
NOVEMBRE	1.12 ± 0.13	1.13 ± 0.10	1.04 ± 0.15	1.00 ± 0.18	1.17 ± 0.10	1.13 ± 0.11
DECEMBRE	1.11 ± 0.10	1.12 ± 0.11	1.03 ± 0.08	1.15 ± 0.10	1.15 ± 0.11	1.19 ± 0.17
JANVIER	1.26 ± 0.11	1.15 ± 0.10	1.21 ± 0.14	1.18 ± 0.15	1.22 ± 0.05	1.24 ± 0.17
FEVRIER	1.22 ± 0.18	1.20 ± 0.20	1.15 ± 0.19	1.15 ± 0.24	1.14 ± 0.11	1.05 ± 0.11
MARS	1.04 ± 0.10	0.98 ± 0.08	1.01 ± 0.11	0.98 ± 0.14	1.00 ± 0.12	1.01 ± 0.05

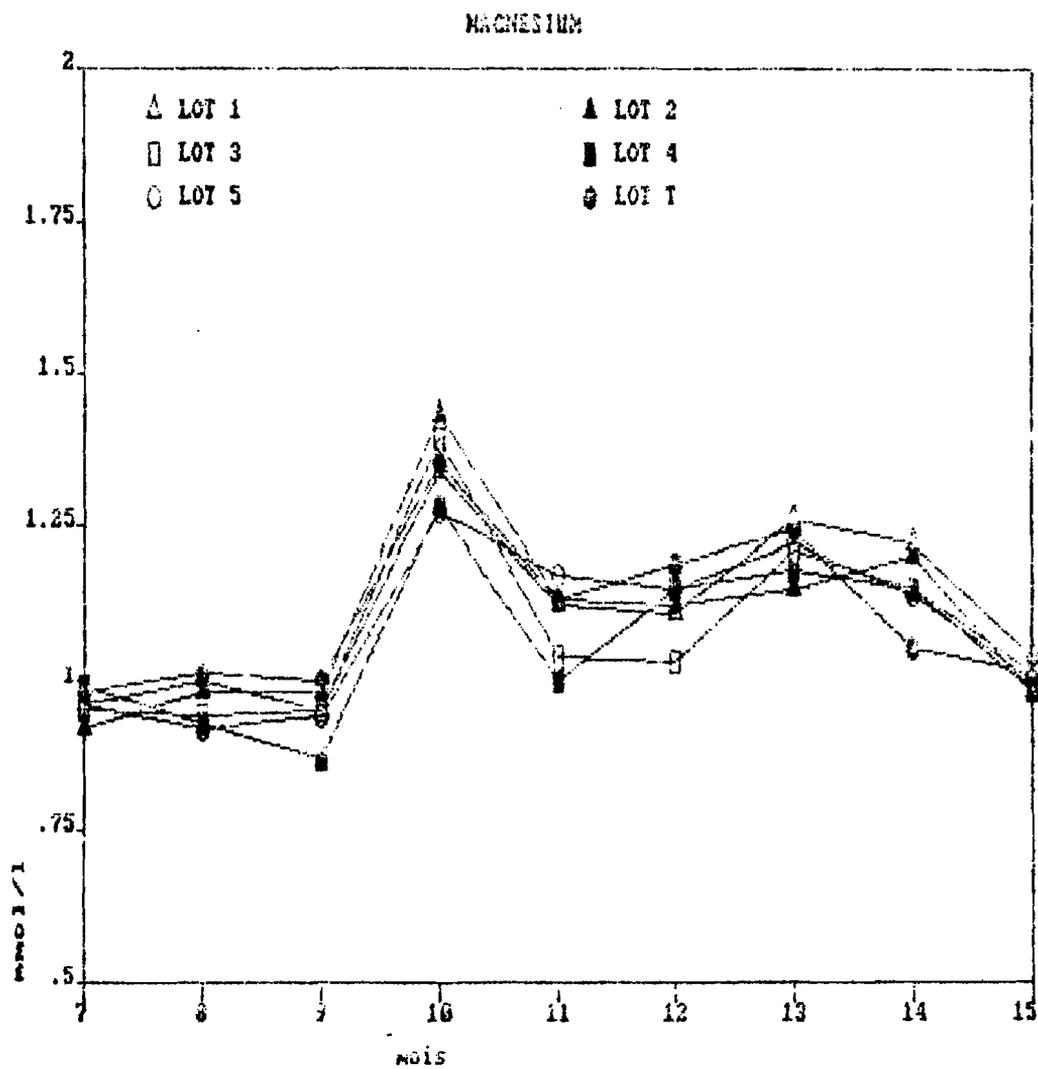


Figure 6 : Magnésiémie moyenne par mois (Juillet-Mars) et par lot.

BOVINS ZEBU - MAGNESIUM
(significativité vs Temoin)

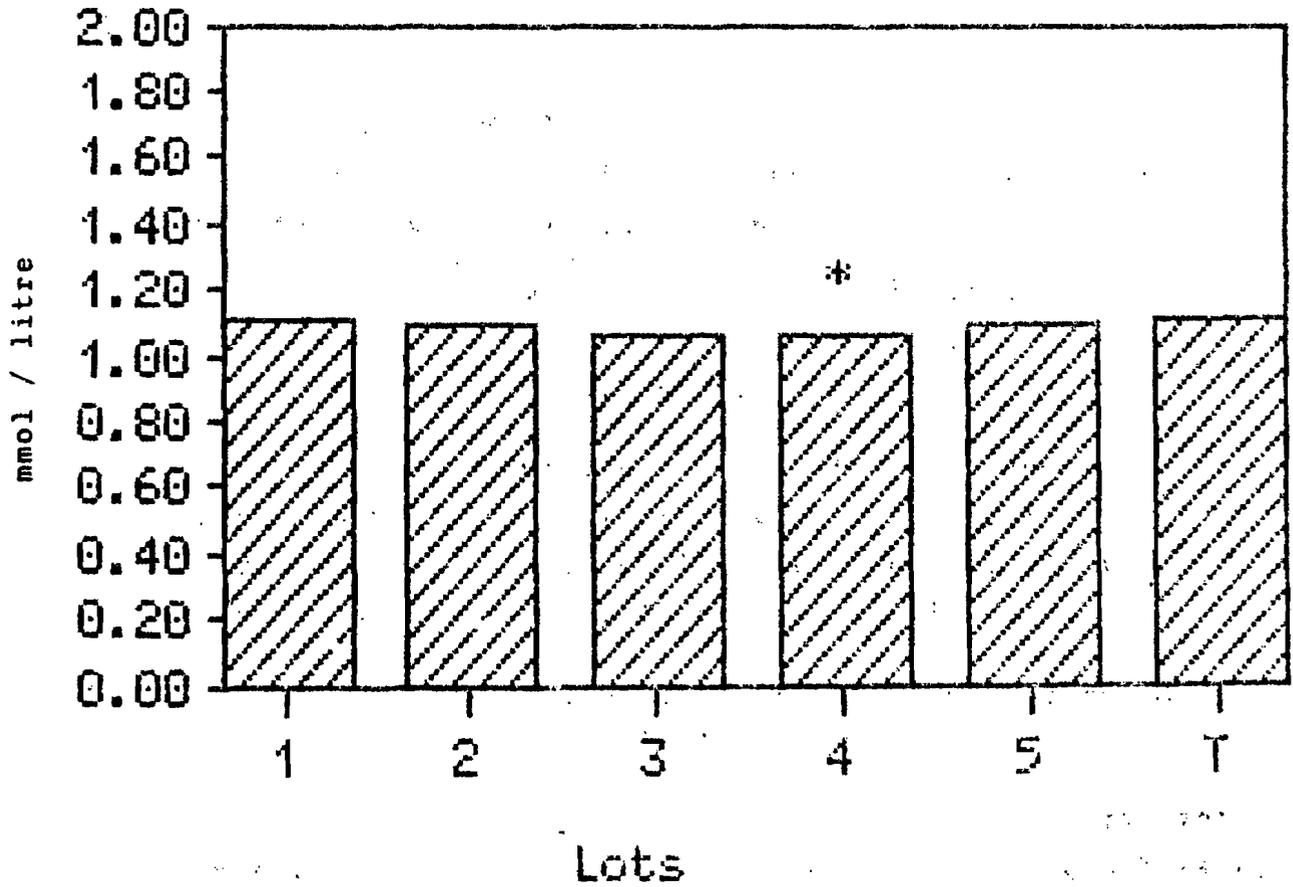


Figure 7 : Magnésiémie moyenne par lot pour tous les mois confondus.

d. La glycémie

Lorsqu'on examine les moyennes de la glycémie sérique par lot dans chaque mois, le tableau 17 page 69 et la figure 8 page 70 montrent une évolution en dent de scie (diminution, augmentation) avec une tendance générale à l'augmentation. La figure 9 page 71 qui représente les moyennes de la glycémie des différents lots durant tous les mois de l'expérimentation, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre ces différents lots.

e. L'urémie

Les moyennes de l'urée mesurées par lot et par mois sont indiquées dans le tableau 18 page 72 et la figure 10 page 73. L'examen montre que l'urémie du mois de juillet au mois d'août accuse une augmentation significative. Ensuite diminue régulièrement jusqu'au mois de mars avec variations en dent de scie.

L'examen des moyennes de l'urée de tous les lots sur tous les mois de l'expérimentation à la figure 11 page 74 montre des différences significatives entre le lot témoin, le lot 4 et les autres lots (1,2,3,5) qui ont des valeurs plus faibles.

f. La protéinémie

En examinant le tableau 19 page 75 et la figure 12 page 76 qui donnent les moyennes des protéines totales par mois et par lot, on voit que la concentration sérique augmente de façon significative à partir du mois de juillet avec un pic au mois d'août pour le lot 2 et le lot 5. Pour les autres lots (1,2,4,témoin), le pic est situé en septembre. Du mois d'août ou du mois de septembre, il y a une diminution non significative pour tous les lots. Ensuite leur valeur augmente de façon non significative d'octobre à novembre sauf celle du lot 4. A partir du mois de novembre, les concentrations ont tendance à baisser pour atteindre le niveau le plus bas au mois de mars.

Tableau 7

MOYENNES DU GLUCOSE (mmol/l) PAR MOIS

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT Témoin
JUILLET	2.89 ± 0.63	2.83 ± 0.76	2.57 ± 0.33	2.68 ± 0.23	2.38 ± 0.71	2.92 ± 0.49
AOUT	2.60 ± 0.47	2.17 ± 0.84	2.67 ± 0.54	2.53 ± 0.85	2.37 ± 0.83	2.90 ± 0.66
SEPTEMBRE	3.26 ± 0.59	3.32 ± 0.32	2.84 ± 0.80	3.60 ± 0.66	3.27 ± 0.36	3.43 ± 0.27
OCTOBRE	2.89 ± 0.69	2.86 ± 0.48	2.62 ± 0.48	2.89 ± 0.69	2.84 ± 0.78	3.03 ± 0.43
NOVEMBRE	3.24 ± 0.57	2.88 ± 0.60	3.19 ± 0.40	3.22 ± 0.63	3.02 ± 0.6	3.02 ± 0.35
DECEMBRE	3.99 ± 0.51	3.43 ± 0.41	3.07 ± 0.87	3.22 ± 0.23	3.15 ± 0.57	3.18 ± 0.26
JANVIER	3.23 ± 0.83	3.15 ± 0.98	4.07 ± 1.33	4.03 ± 0.83	3.28 ± 1.27	4.21 ± 1.84
FEVRIER	3.47 ± 1.23	3.06 ± 1.13	3.57 ± 1.23	3.12 ± 0.62	3.74 ± 1.40	3.04 ± 0.60
MARS	3.36 ± 0.52	4.36 ± 1.12	3.64 ± 0.32	3.77 ± 0.38	4.08 ± 1.44	3.94 ± 0.72

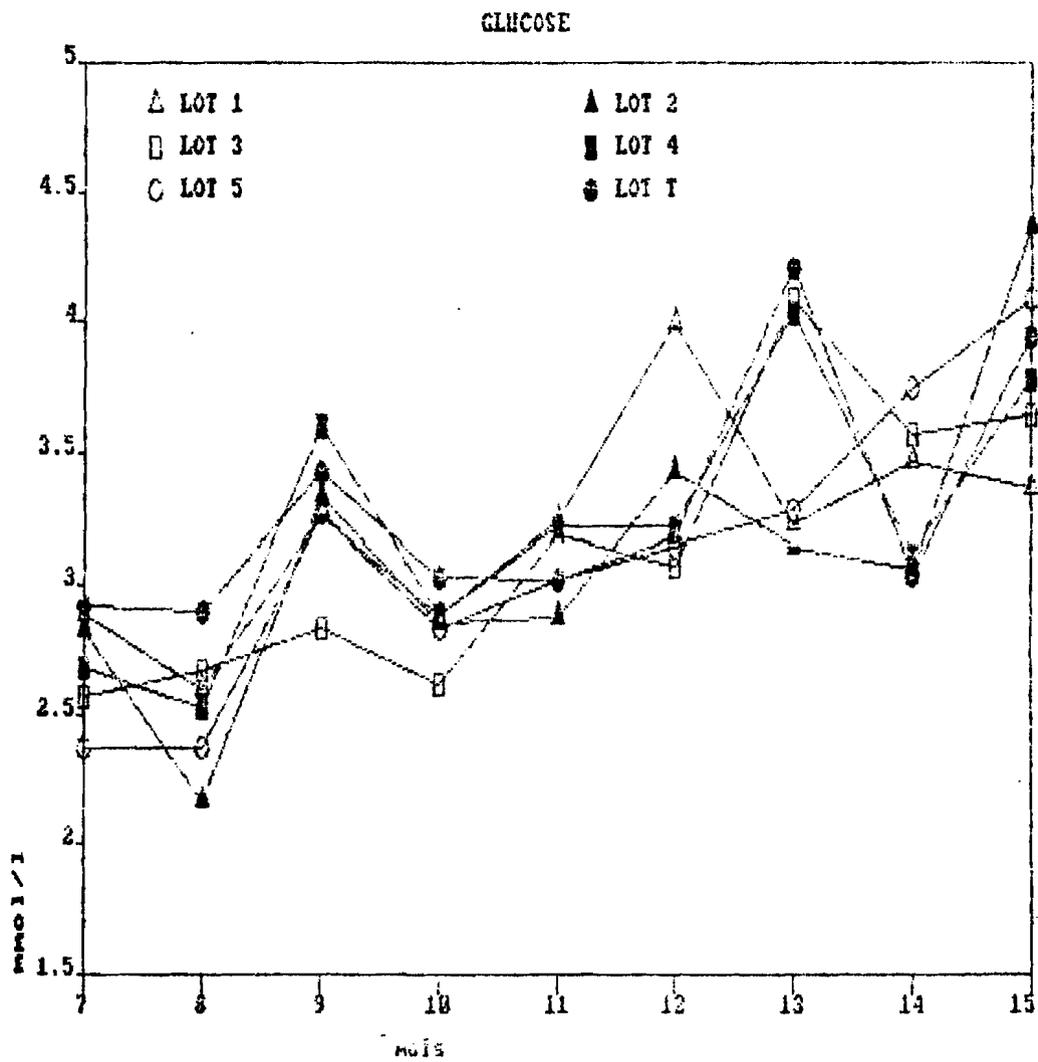


Figure 8 : Glycémie moyenne par mois (Juillet-Mars) et par lot.

BOVINS ZEBU - GLUCOSE
(significativité vs Témoin)

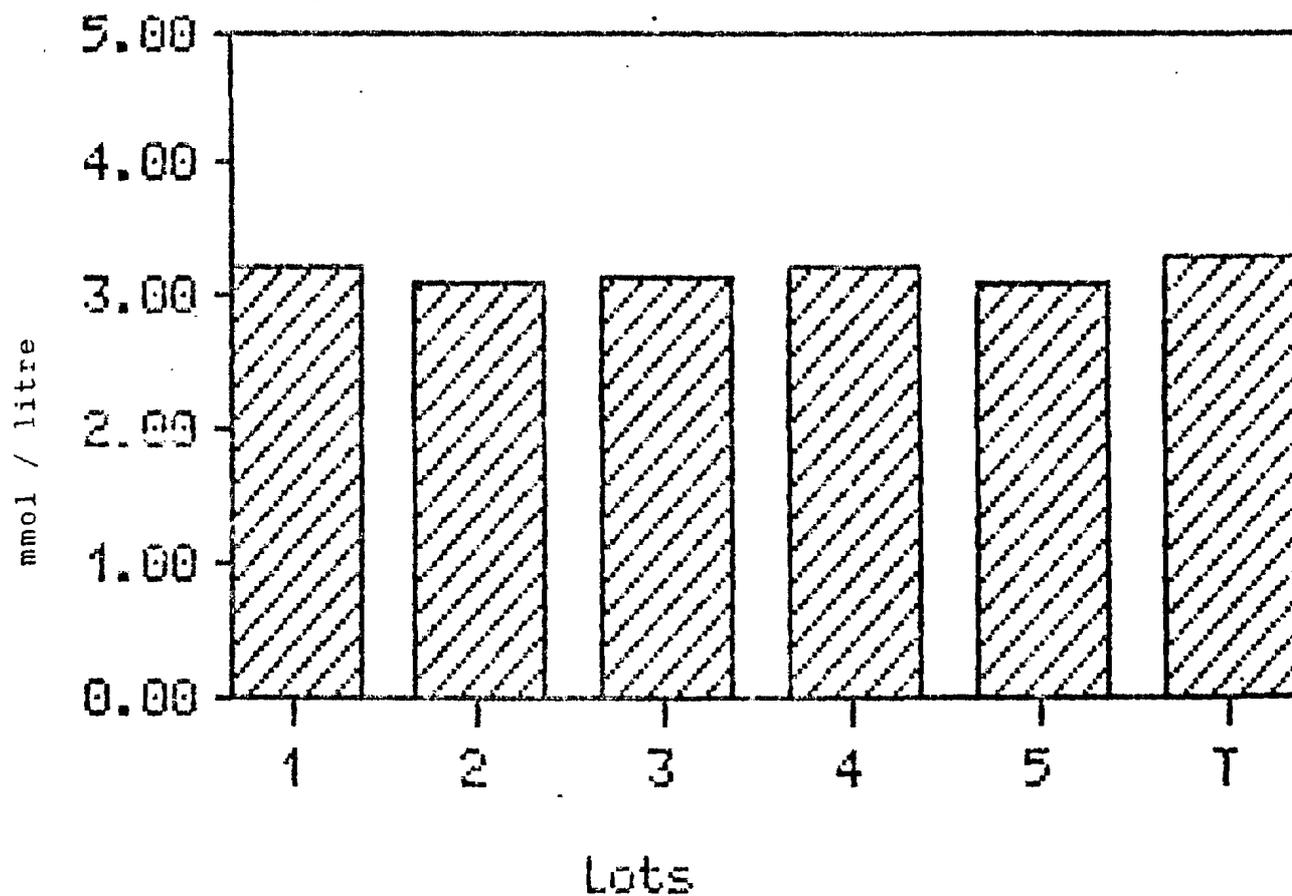


Figure 9 : Glycémie moyenne par lot pour tous les mois confondus.

Tableau 18

MOYENNES DE L'UREE (mmol/l) PAR MOIS

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT Témoin
JUILLET	4.93 ± 1.17	4.49 ± 1.02	5.21 ± 1.01	4.42 ± 1.22	4.23 ± 1.13	6.30 ± 1.01
AOUT	7.81 ± 1.84	7.04 ± 1.41	8.31 ± 1.27	7.60 ± 1.15	7.48 ± 1.36	7.71 ± 1.28
SEPTEMBRE	8.61 ± 1.41	8.38 ± 1.45	7.90 ± 0.90	7.41 ± 0.53	7.30 ± 1.20	6.10 ± 0.36
OCTOBRE	6.30 ± 0.42	6.66 ± 0.63	6.44 ± 0.45	6.44 ± 0.89	6.61 ± 0.90	6.52 ± 0.50
NOVEMBRE	6.68 ± 0.61	7.35 ± 0.85	6.91 ± 0.84	8.21 ± 0.75	7.23 ± 0.76	8.35 ± 0.80
DECEMBRE	6.02 ± 0.83	5.82 ± 1.08	6.11 ± 0.59	7.48 ± 0.75	6.84 ± 1.16	7.13 ± 0.50
JANVIER	6.89 ± 1.56	6.67 ± 1.05	6.89 ± 1.13	7.50 ± 1.30	6.83 ± 1.58	6.79 ± 1.50
FEVRIER	5.78 ± 0.94	6.41 ± 1.13	5.82 ± 1.04	6.20 ± 0.87	5.73 ± 0.84	6.70 ± 0.40
MARS	4.97 ± 0.31	4.59 ± 0.79	4.36 ± 0.64	4.73 ± 0.86	4.52 ± 0.81	4.91 ± 0.69

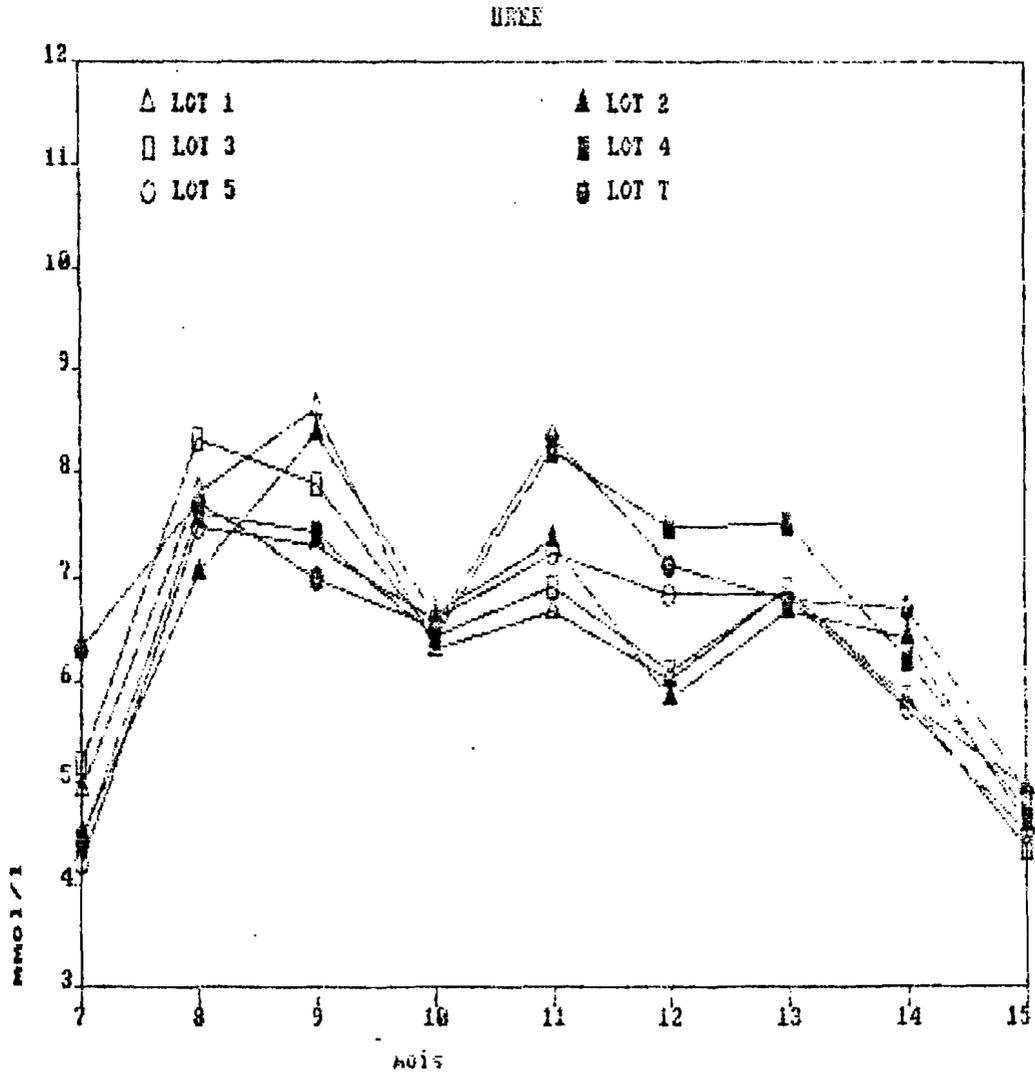


Figure 10 : Urémie moyenne par mois
(Juillet-Mars) et par lot.

BOVINS ZEBU - UREE (significativité vs Témoin)

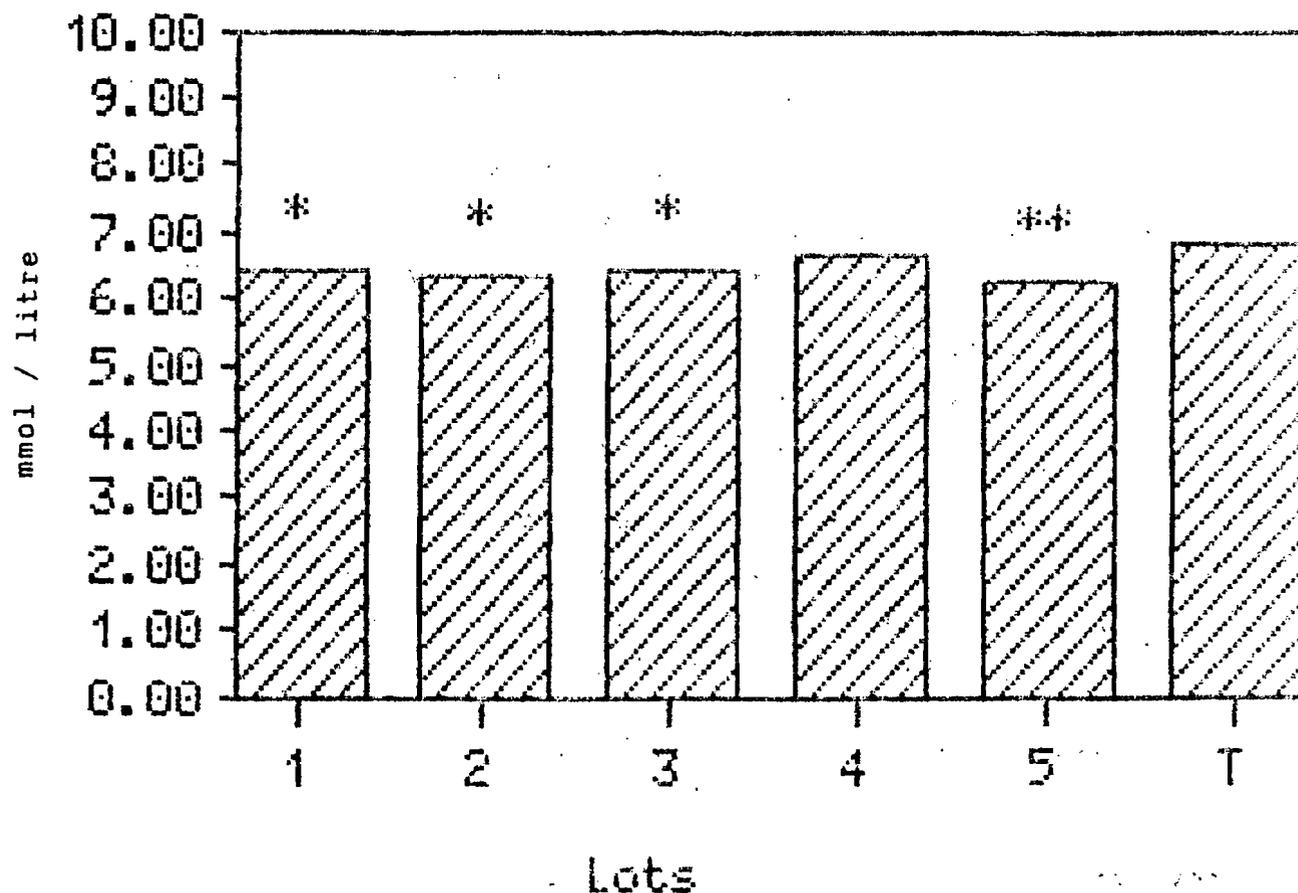


Figure 11 : Urémie moyenne par lot pour tous les mois confondus.

Tableau 19

MOYENNES DES PROTEINES TOTALES (g/l) PAR MOIS

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT Témoin
JUILLET	60.26±2.69	63.14±3.44	63.43±5.29	65.14±4.45	64.57±3.78	63.14±5.27
AOUT	66.57±3.60	70.29±4.96	68.57±2.76	68.57±3.60	72.29±8.12	65.43±5.74
SEPTEMBRE	68.86±3.80	70.29±5.59	71.71±4.82	72.29±4.68	71.43±4.58	66.86±5.01
OCTOBRE	66.86±3.89	69.71±4.07	68.29±5.82	72.00±4.62	70.57±5.97	65.43±2.76
NOVEMBRE	69.14±2.54	70.00±6.11	68.57±1.51	72.00±4.90	73.71±7.19	66.57±4.58
DECEMBRE	66.00±2.83	68.57±5.13	65.71±3.15	69.43±5.26	71.43±8.30	62.57±4.43
JANVIER	66.26±3.35	69.14±5.64	66.57±3.60	67.71±4.07	70.86±5.27	63.43±6.08
FEVRIER	63.14±3.02	68.29±4.96	65.14±4.14	67.71±4.54	67.43±6.40	63.71±5.22
MARS	61.14±2.54	63.71±6.68	62.86±2.79	66.57±4.10	67.14±6.72	60.57±5.50

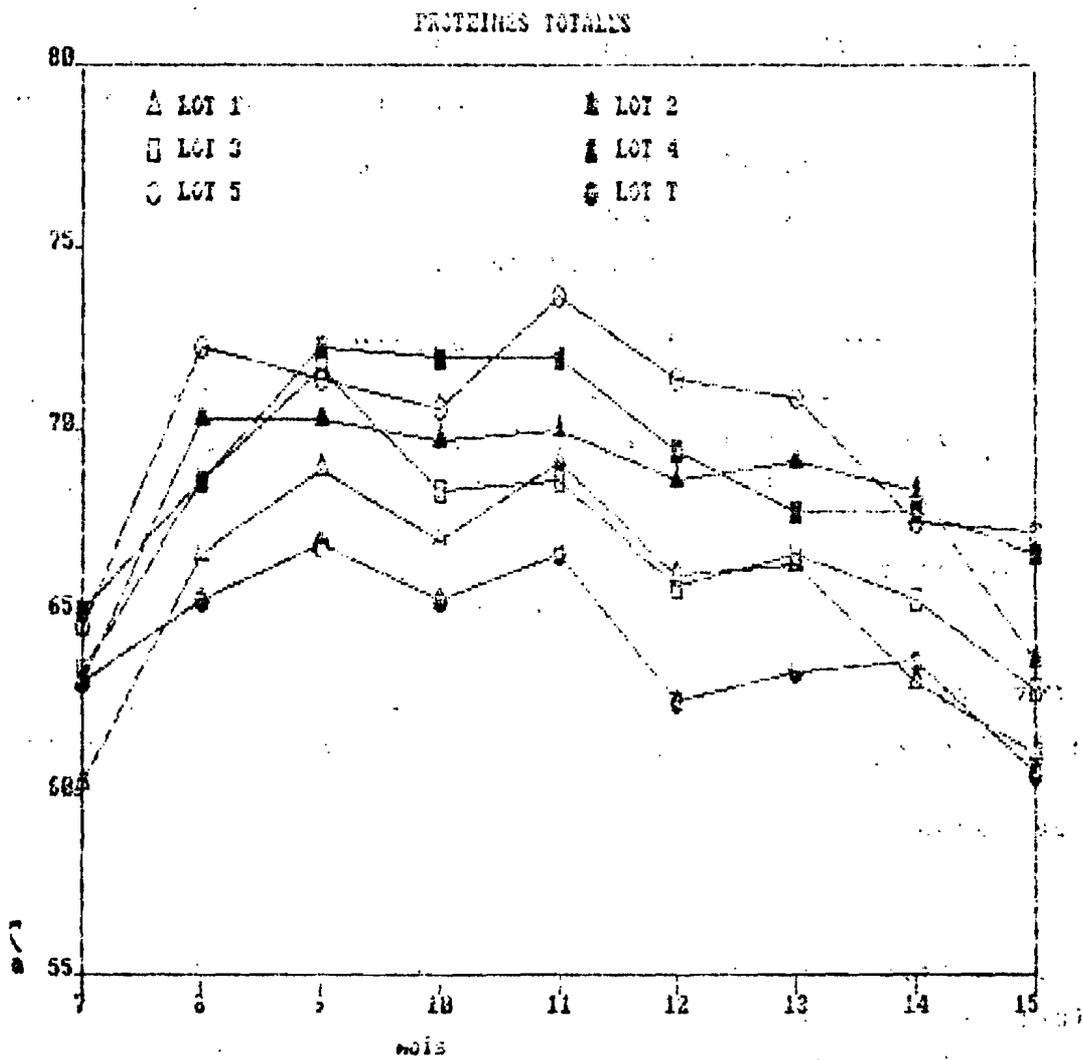


Figure 12 : Protéïnémie moyenne par mois (Juillet-Mars) et par lot.

La figure n. 12 qui donne l'évolution des protéines totales par lot et par mois montre que le lot 5 a la concentration la plus élevée durant toute l'expérimentation.

Ensuite, par ordre décroissant, le lot 4, le lot 2, le lot 3, le lot 1 et le lot témoin présentent les concentrations les plus faibles. En outre le lot 1 et le lot témoin, il n'y a pas de différence significative pour tous les mois confondus représentés à la figure 13 page 78. Mais on note une différence significative très marquée (par ordre décroissant) des lots 5, lot 4, lot 2 et lot 3 par rapport au lot témoin.

2.3. L'évolution pondérale

L'examen du tableau 20 page 79 et de la figure 14 page 80 nous donne le poids moyen mensuel des différents lots. Ils indiquent une diminution régulière du poids de façon significative jusqu'en décembre d'où on note une diminution progressive du poids jusqu'au mois de mars.

Il faudra noter particulièrement que le lot 3 a présenté un pic au mois de novembre à février et une augmentation significative du poids de novembre à février, une augmentation significative en mars. On note le même schéma avec le lot 1 qui présente un pic en janvier, une chute en février et une remontée en mars. Sur la figure n. 14 qui représente l'évolution du poids moyen en fonction des mois et des lots on note qu'il y a une supériorité du lot 4 sur tous les autres. La figure 15 page 84 qui indique la distribution du poids sur tous les mois et par lot nous montre effectivement une différence significative du lot 4 par rapport au lot témoin et aux autres lots.

BOVINS ZEBU - PROT. TOT.
(significativité vs Témoin)

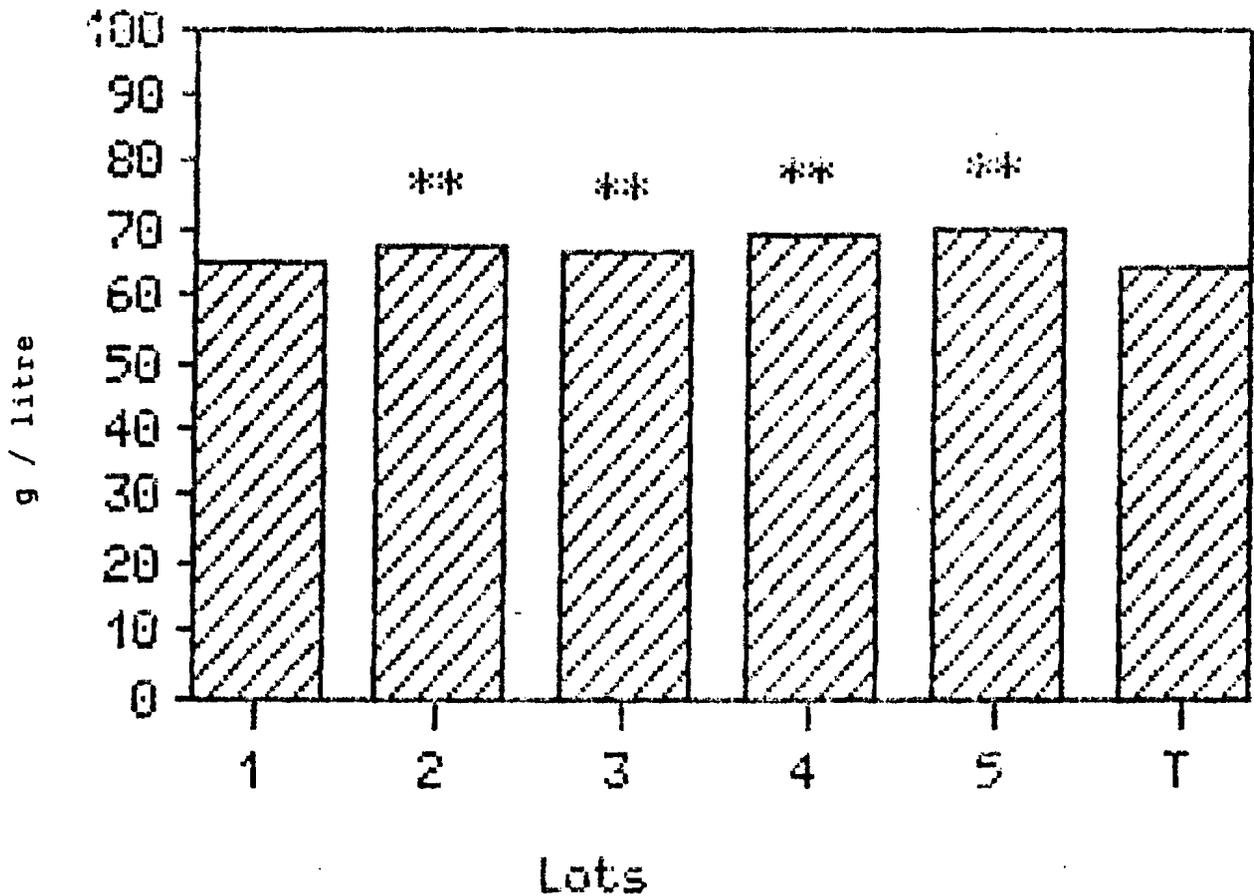


Figure 13 : Protéinémie moyenne par lot pour tous les mois confondus.

Tableau 20

POIDS MOYEN MENSUEL (kg) DES ANIMAUX

	LOT1	LOT2	LOT3	LOT4	LOT5	LOT Témoin
JUILLET	250.86+40.52	229.43±13.65	277.14±48.44	275.00±29.36	263.14±38.22	257.57±61.33
AOUT	236.29±39.76	240.86±36.69	216.00±13.98	238.29±28.96	221.43±18.33	228.29±31.71
SEPTEMBRE	283.14±41.33	266.57±25.81	265.00±38.77	280.00±28.27	281.77±39.95	258.86±27.61
OCTOBRE	301.43±40.39	285.43±25.55	276.43±24.89	302.71±26.26	294.57±39.59	278.43±24.99
NOVEMBRE	297.57±27.49	297.57±30.09	320.50±34.22	316.43±31.72	296.43±24.60	295.14±34.74
DECEMBRE	307.14±31.93	316.14±22.98	311.57±43.82	325.71±30.79	310.29±39.39	309.57±27.49
JANVIER	317.43±43.63	315.29±27.69	298.00±38.33	342.57±36.79	299.14±16.20	300.29±34.51
FEVRIER	296.29±55.88	306.71±28.71	289.43±28.57	320.86±34.65	311.00±37.95	303.43±33.56
MARS	322.14±45.80	309.57±26.02	322.29±20.56	312.29±20.56	319.71±45.47	303.14±32.87

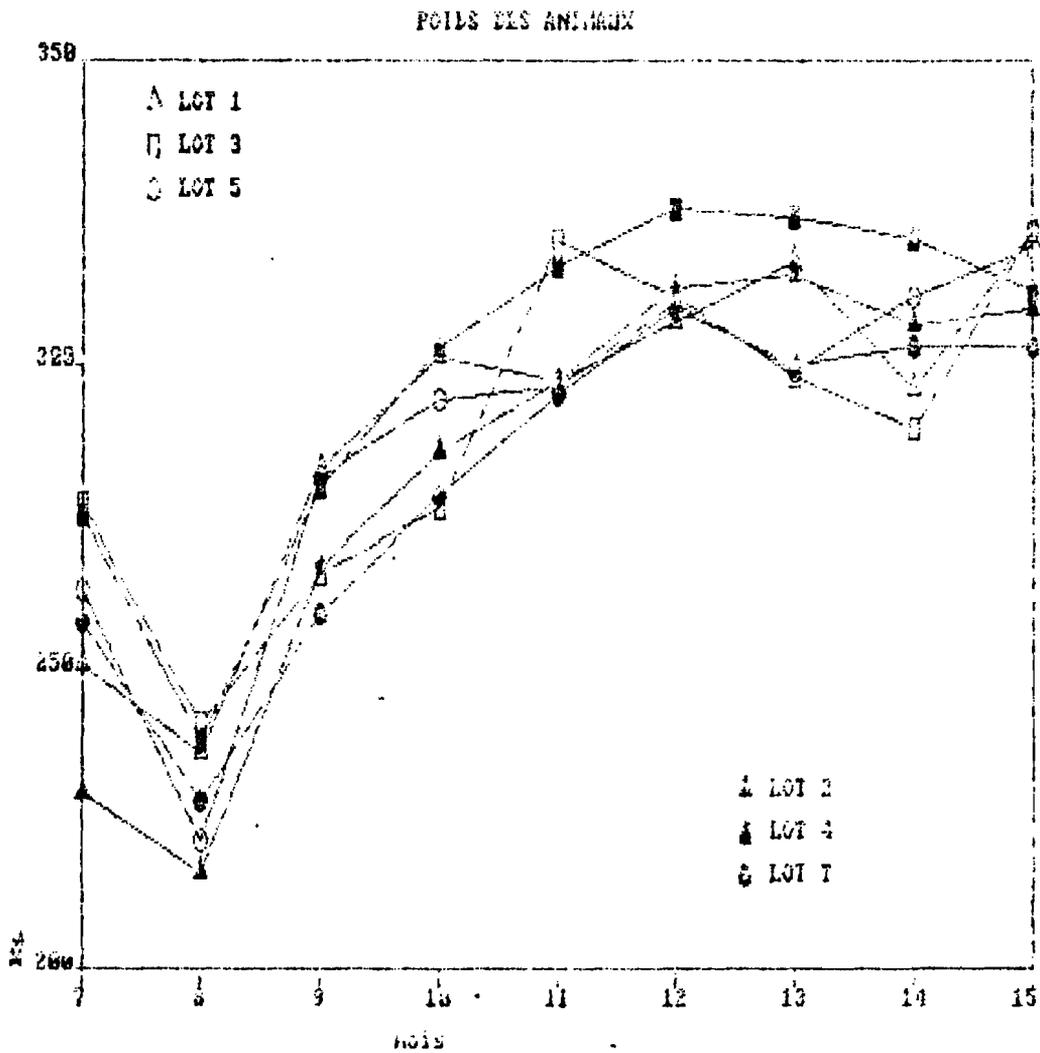


Figure 14 : Poids moyen des animaux par mois (Juillet-Mars) et par lot.

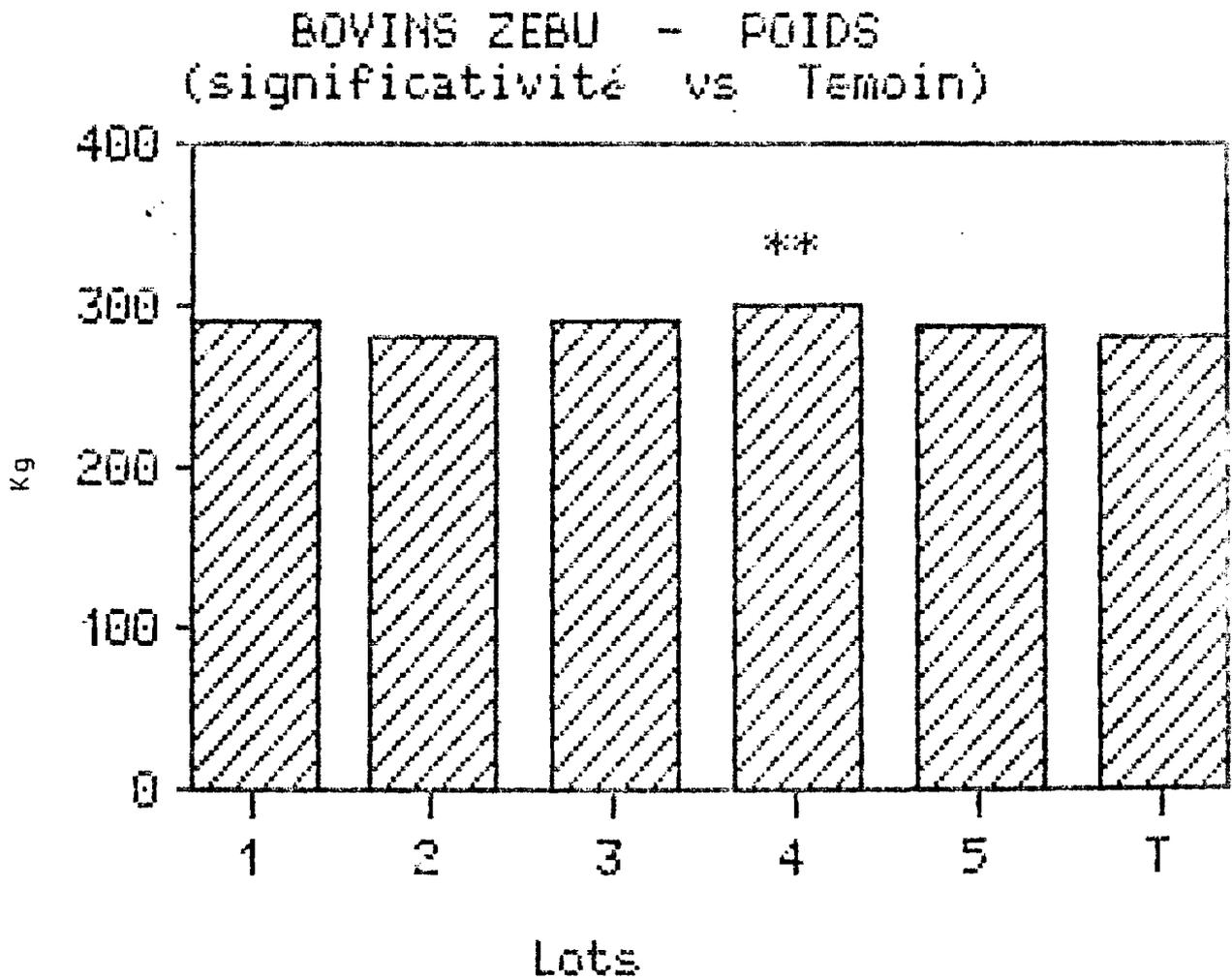


Figure 15 : Poids moyen des animaux par lot pour tous les mois confondus.

CHAPITRE III - Discussions

Les discussions s'articuleront autour des points suivants : la conduite de l'expérimentation, l'évolution pondérale, l'examen clinique et les résultats biochimiques.

3.1. La conduite de l'expérimentation

3.1.1. La première phase de l'expérimentation

Elle a été exécutée en deux périodes (1987-88 et 1988-89) et consistait à évaluer l'effet de la complémentation en phosphore par l'utilisation de phosphates naturels sur l'état sanitaire et les performances zootechniques des animaux traités. Au cours de la première période (1987-1988) de cette première phase après la constitution du troupeau, la distribution a démarré en juin 1987. Après interruption pendant la saison des pluies elle a été reprise de novembre 1987 à juillet 1988. Les résultats préliminaires de cette première période ont été présentés par KANDORO (29).

Nos travaux qui intéressent la deuxième période de la première phase (juillet 1988 à Mars 1989) sont une continuation de ceux de la première période et nos résultats sont à relier aux effets de la première période.

3.1.2. La distribution des phosphates naturels

Les doses de distribution des phosphates.

Les phosphates de Taïba (3,5 p 100 de fluor (38) sont distribués à la dose de 50 g/j et/animal selon les modes continu et discontinu (un mois sur deux). Les phosphates de Thiès (0,70 p 100 de fluor (38) sont distribués à la dose de 50 g et 100 g par animal et par jour selon le mode continu.

En 1985, le Phosphate de Taïba a été utilisé par NDIAYE (38) à la dose de 50 g par animal et par jour selon le mode continu et il a observé des lésions de fluorose dentaire. Un essai mené au Tchad en 1979 par

SERRES et BERTAUDIÈRE (53) a bien montré l'incidence néfaste de l'utilisation même discontinue d'un phosphate naturel du Togo ayant une teneur de 3,5 p 100 de fluor sur la santé des animaux. En effet ce phosphate utilisé à la dose de 50 g par animal et par jour avait provoqué des signes de fluorose au bout de 3 mois. Ces résultats devraient servir à l'établissement de la dose de distribution du phosphate de Taïba dont la teneur est presque comparable à celle du Togo (3,5 p 100 de fluor).

En outre GUERIN (26) signale que l'accroissement des doses de distribution pour compenser la faible solubilité des phosphates naturels n'est pas possible lorsque ceux-ci sont riches en fluor.

A l'issue de leurs travaux SERRES et BERTAUDIÈRE (53) avaient recommandé la distribution discontinue de 30 g par animal et par jour pendant 2 périodes de 2 mois par an. En attendant d'aborder l'examen clinique nous retenons la remarque de la convention ISRA/EISMV/IMPHOS selon laquelle les quantités de phosphate distribuées pourront être diminuées en cas de problèmes pathologiques dans un ou plusieurs lots d'animaux complémentés avec les phosphates naturels (49).

Quant au phosphate de Thiès, il a été utilisé sans problème chez les bovins et les porcins sous forme de Polyfos.

La période de distribution des phosphates naturels

Dans le premier rapport du projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail, la distribution doit être pratiquée en saison sèche. Selon des rapports au Kenya et en Colombie c'est pendant la saison des pluies que se manifestent les carences minérales spécifiques. C'est après les pluies lorsque les pâturages sont verts et abondants que

les bovins sont les plus sujets aux carences en cobalt et en phosphore (5). En Afrique VAN NIEKERK (56) a constaté que l'effet bénéfique du phosphore se manifestait principalement pendant la saison des pluies au moment où l'herbe en contient le maximum. Cette forte incidence tient plus au fort accroissement des besoins en minéraux qu'à la concentration de ces derniers dans les herbes. En effet pendant cette saison, les animaux grossissant vite à cause de bons apports d'énergie et de protéines, ont davantage besoin de minéraux. Mais pendant la saison sèche leurs apports énergétiques et protéiques étant insuffisants, ils perdent du poids et ont donc moins davantage besoin de minéraux. On doit faire la complémentation minérale pendant la saison des pluies pour couvrir les besoins en minéraux des animaux en cette période. Selon GUERIN (26) encore, le calendrier de distribution des compléments minéraux doit tenir compte des variations saisonnières du déficit en phosphore plus élevé en saison pluvieuse du fait de la meilleure nutrition énergétique et azotée des animaux.

Plusieurs expériences ayant montré également l'efficacité de la distribution des compléments minéraux en saison sèche dans la limitation des pertes de poids des animaux, il s'avère que cette distribution doit être pratiquée aussi en saison sèche. La distribution des compléments minéraux en saison sèche permettant de conserver les gains acquis pendant la saison des pluies.

On voit bien que la distribution des compléments minéraux en saison sèche et en saison pluvieuse est bénéfique pour les animaux. On gagnerait donc en distribuant les phosphates naturels pendant la saison sèche et pendant la saison des pluies de façon discontinue pour permettre l'élimination du fluor par les urines pendant les périodes de repos.

La distribution individuelle des phosphates naturels

Les phosphates sont distribués individuellement le matin dans des récipients en matière plastique contenant la dose quotidienne par animale, mouillée ou mélangée à la mélasse. L'animal en mangeant peut renverser son récipient. Le moyen le plus économique d'apporter des minéraux aux animaux est d'administrer directement les minéraux dans l'eau de boisson.

L'adjonction de mélasse aux compléments minéraux tout en maintenant une appétabilité satisfaisante permet de satisfaire la forte demande d'énergie.

3.1.3. Ingestibilité des compléments minéraux

Au démarrage de la distribution des phosphates naturels en juin 1987, après une période d'adaptation de 15 jours environ, tous les compléments minéraux ont été bien appétés de juin à juillet 1987. Mais à la tombée des premières pluies les phosphates et la poudre d'os ont été refusés par la majorité des animaux.

Ici c'est l'acceptabilité plutôt que l'appétabilité ou le goût pour ces compléments minéraux qui déterminent la consommation. Les animaux se comportent comme si ils étaient à mesure de déterminer eux mêmes la quantité de minéraux dont ils ont besoin. C'est une hypothèse soutenue par certains auteurs. Ces animaux préfèrent un régime alimentaire de mauvaise qualité mais appétable qu'un régime non appétable et de bonne qualité.

C'est ce qui explique qu'on ajoute de la mélasse ou du sel aux compléments minéraux pour stimuler le goût des animaux. La mélasse et le sel en eux-mêmes sont des compléments utilisés en embouche pour l'apport d'énergie et de minéraux.

Au cas où on voudrait distribuer les compléments minéraux pendant la saison des pluies il faudrait en plus de l'amélioration de

l'appétabilité par l'adjonction de stimulants du goût (mélasse, sel) recommander la présentation de ces compléments dans des auges creusées dans des troncs d'arbres et placées à l'abri des pluies. Cette dernière condition est indispensable en saison des pluies pour éviter la dilution des compléments minéraux par l'eau des pluies et les rendre inappétables et moins intéressants au point de vue nutritionnel.

3.2. L'examen clinique

L'état général des animaux est bon dans l'ensemble.

Les observations de l'influence du fluor sur l'état général sont variées. En effet, des expériences réalisées sur des moutons (43), (44) n'ont révélé aucun effet néfaste sur l'état général. Une autre expérience menée sur des vaches recevant 2,5 mg/j de fluor pendant 6 ans (39) n'a pas montré de différence entre le gain de poids des animaux traités et celui des témoins.

Il apparaît que l'état néfaste du fluor sur l'état général lorsqu'il existe, est toujours accompagné de lésions dentaires ou osseuses. En considérant ces animaux par lots, ceux ayant des lésions dentaires nettes (présence de cavités) se situent dans le lot 1 et le lot 2 dont les poids moyens pour tous les mois restent quand même inférieurs (sans différence significative) à ceux des autres lots comme l'indiquent les figures 16,17.

Lors de l'examen clinique, nous avons noté aussi des manifestations osseuses, boiteries et oedèmes passagers (deux animaux du lot 1, un animal du lot 2, un animal du lot 3), un cal osseux sur la 13^e côte d'un animal du lot 4 et un cas de fracture sur un animal du lot 3 lors de la contention.

Dans la littérature, les cas de cal osseux après fracture des côtes, l'élargissement des côtes, les boiteries avec exostoses ont été rattachés à l'intoxication par le fluor. En effet chez les bovins

l'atteinte clinique est plus prononcée. On note des boîtieries avec raideur du train postérieur (36), des fractures spontanées (16) des os, sur les côtes ces fractures peuvent s'accompagner de la formation d'un cal osseux à l'intérieur de la cage thoracique. (36).

Pour ce qui concerne les lésions dentaires, nous avons observé des lésions classiquement décrites lors de fluorose. Seules les dents adultes sont atteintes de façon symétrique. L'atteinte des incisives se manifeste essentiellement sur l'émail dentaire qui perd son aspect brillant et présente une coloration marron. Il devient ensuite rugueux, fendillé, ponctué puis érodé avec présence des cavités. Il y'a une usure exagérée des dents se traduisant par des dents complètement usées au bord occlusal (correspondant au stade 4). Sur ces dents ayant des lésions nettes (lot 1 et lot 2), les premières mitoyennes sont les plus lésées et les coins ne portent aucune lésion. Au moment de ces observations (septembre à mars), tous les animaux n'avaient pas la bouche faite, et les coins étaient encore des dent de lait, d'où l'absence de lésions sur ceux-ci. Aucun animal du lot témoin et du lot 5 n'a présenté de lésions nettes (présence de cavité). Concernant la coloration marron elle s'observe dans les lots 1, 2, 3, 4 et 5 et jamais dans les lots témoins.

Cette coloration avait été attribuée au fluor contenu dans l'eau de forage dont la concentration est de 1,3 ppm de fluor dans la parcelle A selon les résultats de la composition chimique des eaux de forage de Dahra (Tableau 14). Mais d'après CONRAD et coll. en 1985 (13) l'ingestion d'eau contenant 1 ppm peut augmenter la concentration de fluor dans l'organisme animal à 0,01-1,00 mg/kg de poids vif. Ce qui ne constitue pas un danger pour la santé animale. Cependant, l'ingestion d'eau contenant 4 à 5 ppm cause des marbrures sur les dents des bovins.

Partant de cette idée, nous ne pouvons pas attribuer la coloration marron au seul fluor de l'eau de forage.

Nous pensons que la coloration marron sur les dents est déterminée dans les lots 1, 2, 3 et 4 par la présence de fluor dans les

phosphates naturels, dans les eaux de forage, dans les fourrages et déterminée dans le lot 5 (recevant de la poudre d'os) par la présence de fluor dans la poudre d'os, dans les eaux de forage et dans les fourrages.

De façon générale, seules les incisives ont pu être examinées à cause de leur accès plus facile. De nombreux auteurs ont montré que chez les bovins, les lésions des incisives sont les plus frappantes.

Après 4 années d'intoxication NEWELL et SCHMIDT (39) ont observé chez des vaches des molaires sans lésions.

Pour ce qui nous concerne les molaires n'ont pas été examinées car elles sont difficiles à observer du vivant de l'animal.

3.3. Résultats biochimiques.

A la fin de notre expérimentation, il s'est avéré que le calcium n'a pas varié significativement entre le lot témoin et les autres lots sur tous les mois. La complémentation minérale n'a pas apporté plus de calcium, ni aux lots recevant les phosphates naturels, ni aux lots recevant de la poudre d'os. Cette situation peut être imputée à une faible disponibilité du calcium contenu dans les différentes formes d'apport.

Pour ce qui est du phosphore, les résultats montrent une supériorité de la complémentation minérale par la poudre d'os. La phosphorémie est supérieure significativement dans le lot 5 par rapport au lot témoin et aux lots recevant les phosphates naturels.

Pour ce qui est du magnésium, il n'y a pas de différence significative entre les lots complémentés avec des phosphates naturels (lot 1, lot 2, lot 3 lot 4), le lot 5 et le lot témoin ; sauf le lot 4 qui a présenté une valeur significative plus basse que les autres lots.

Pour le glucose, nos résultats n'ont pas montré une supériorité

d'un quelconque lot par rapport aux différentes complémentations.

Au niveau de l'urémie, le lot témoin n'est pas différent significativement du lot 4 mais les lots 1, 2, 3 et 5 présentent une différence significative avec le lot témoin et le lot 4.

Cette différence peut être imputée à un recyclage plus important de l'urée ou à un catabolisme plus important des protéines.

Les résultats des protéines totales montrent qu'il y a une supériorité du lot 5 sur tous les lots par rapport au lot témoin et au lot 1 et par ordre décroissant de supériorité on a le lot 5, le lot 4, le lot 2 et lot 3.

3.4. L'évolution pondérale

Ici le lot 4 présente une supériorité significative par rapport au lot témoin sur tous les mois, par contre avec les autres lots, on ne note pas de différence significative avec ce lot témoin. La forte chute de poids observée au mois de juillet est liée à la "crise de juillet" due d'une part à la détérioration du stock de paille par l'humidité et d'autre part aux phénomènes de diarrhées liés au changement du régime par la réponse de l'herbe. Après cette crise on observe une évolution pondérale importante jusqu'au mois de novembre et de décembre liée à l'abondance des fourrages.

Cette discussion nous a donc montré qu'au point de vue apport le lot 5 a bénéficié d'un apport plus important en phosphore par rapport non seulement au lot témoin, mais par rapport aussi aux autres lots. La supériorité du lot 5 a été bien établie sur tous les mois pour le phosphore. Par contre pour le gain de poids, le lot 4 a montré une supériorité certaine. Donc, le lot 4 recevant du phosphate naturel de Thiès à la dose quotidienne de 100 g selon le mode continu gagne le plus de poids, accumule plus de phosphore après le lot 5, ne présente pas de lésions dentaires (présence de cavité), a le plus bénéficié de cette complémentation minérale par les phosphates naturels.

Conclusion

La pauvreté des sols et des fourrages en zone tropicale est à l'origine des polycarences chez nos animaux. Parmi celles-ci, la carence en phosphore est la plus importante sur le plan économique. La complémentation en phosphore de l'alimentation des animaux de l'élevage traditionnel ou amélioré est souvent indispensable.

Des sources de phosphore soluble sont souvent utilisées. Mais ces produits sont onéreux, en particulier pour les pays producteurs de phosphates naturels qui doivent réimporter des formes élaborées de compléments minéraux. Une utilisation rationnelle des phosphates naturels pour l'alimentation du bétail est très souhaitable.

Cependant, leur digestibilité est faible et leur teneur en fluor excède largement les teneurs maximales en fluor tolérées dans les rations des animaux.

Avec la diversité des phosphates du Sénégal (Taïba, Thiès), l'Institut Mondial du Phosphate (IMPHOS) a financé un projet "d'étude des phosphates naturels en alimentation animale, pour la prophylaxie des carences en phosphore du bétail".

Une collaboration entre l'École Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) a permis de démarrer les travaux le 7 juin 1987 au Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Dahra.

L'expérimentation qui porte sur 78 taurillons âgés de 12 à 20 mois, couvre 2 phases de 1987-1989 et de 1989 à 1991 divisées en 2 périodes chacune. Des prélèvements de sang et l'examen clinique des animaux ont été effectués pendant cette première phase, tous les mois.

Au cours de la première période (1987-1988), les résultats n'ont révélé aucune pathologie pouvant être attribuée à une intoxication par le fluor. Aucune lésion dentaire, seule une coloration brune discrète était observée sur les incisives de certains animaux.

Les constituants minéraux sériques dosés n'ont pas présenté une différence significative avec les témoins.

Au cours de la deuxième période (1988-1989) qui s'est poursuivie avec les mêmes animaux et les mêmes distributions, nous avons pu observer des lésions liées à l'intoxication par le fluor avec les phosphates de Taïba. Ce qui n'a pas été le cas avec les phosphates de Thiès. Nos travaux n'ont pas permis de déterminer la période exacte d'apparition de ces lésions que nous pensons être antérieures à la deuxième période, donc dues à la distribution des phosphates pendant la première période.

Les résultats de cette expérimentation ont montré l'incidence néfaste du phosphate de Taïba sur la santé des animaux et sa moindre efficacité nutritionnelle. Par contre les phosphates de Thiès ont permis un apport significatif de phosphore et le gain de poids le plus important.

Dans la suite du projet, l'attention devrait être portée sur le phosphate de Thiès qui au cours de la première phase du projet a fait preuve d'une efficacité nutritionnelle ce à quoi l'on pouvait s'attendre, étant donné sa teneur moins importante en fluor. N'oublions pas que le polyfos utilise sous forme de pierre à lécher ou en granules dans l'alimentation animale n'est rien d'autre que du phosphate de Thiès traité.

L'avantage du phosphate naturel de Thiès est qu'il est utilisé directement dans l'alimentation sans traitement préalable ; ce qui réduit énormément les coûts d'utilisation. En plus de l'efficacité nutritionnelle, l'utilisation du phosphate de Thiès en alimentation animale est économiquement rentable.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABIOLA, F.A.
Pollution de l'environnement par des effluents industriels.
Dosages des fluorures, du cadmium et du chrome en milieu marin.
D.E.A. : Toxic. Fondam. et appl. à l'environnement et aux
industries pharmaceutiques et agro-alimentaires : Paris VII : 1986
2. ALAFY, I.
contribution à l'étude de la pollution industrielle des dérivés
minéraux du fluor.
Th : Pharm. : Paris : 1970.
3. ALLMAN, R.T. et HAMILTON, T.S.
Carences alimentaires du bétail
Rome : F.A.O., 1950 . - 115 p
4. BANGANA, I.
Contribution à la connaissance des valeurs sériques de certains
macro-éléments (Ca, P Cl, Mg) chez le zébu Azawak âgé de 1 à 6
mois.
Th : Méd. vét. Dakar : 1987, 5
5. BORBA, M.A.
Incidence de l'ingestion du fluor sur les manifestations dentaires
de fluorose chez les ovins.
Th : Méd. vét. : Paris VII : 1985
6. CALVET, H.
Les maladies nutritionnelles du bétail en Afrique noire. Econ. et
med. anim. 1971, 12 (2) : 63-77
7. CALVET, H. ; FRIOT, D . et CHAMBRON, J.
Influence des suppléments minérales sur le croît et sur cer-
tains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez les bovins
tropicaux.
Rev. El. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (3) : 397-408

8. CALVET, H. ; FRIOT D. et GUEYE, I.S.
Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche.
Rev. Elev. Med. Vet. pays trop., 1976, 29 (1) :59-66
9. CALVET, H. ; PICART, P. ; DOUTRE, M. et CHAMBRON, J.
Aphosphorose et botulisme au Sénégal.
Rev. Elev. Med. Vet. pays trop. ,1965, 18 (3) : 249-282.
10. CHAPMAN, H.L. ; KASTELIC, P ; ASTON, G.C; CATRON, D.V.
A Comparison of phosphorus from different sources for growing and finishing swine.
journal of animal science ; 1955, 14 (1) : PP-1073-1085.
11. CISSE, L.
Etude en condition pluviale et irriguée de l'efficacité des phosphates de Matam.
Bambey (Sénégal) : C.N.R.A. 1983 .- 22 P.
12. CISSE, N.M.
Carences en minéraux : exploitation des résultats acquis pour l'ébauche d'un calendrier et d'une carte des carences au Sénégal.
Dakar : L.N.E.R.V., 1985 .- 36p.
13. CONRAD, J.H ; MC DOWELL, L.R. ; ELLIS, G.L. et LOOSLI, J.K.
Minéraux pour les ruminants de pâturage des régions tropicales.
Bulletin du Départ. Zoot., Centre pour l'Agric. trop., Univ. de Floride Gainesville et l'Agence des Etats-Unis pour le Développement international, 1985.
Bulletin : 1985, 84-72137.
14. CROMBET, M.
Etude expérimentale de la fluorose caprine
Th : Med. vet : Alfort : 1980 ; 17

15. Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Thiès (C.S.P.T.)
 Le Polyfos : phosphate spécial pour l'alimentation animale.
 Bulletin de liaison de la C.S.P.T., 1975
16. DERIVAUX, J. et LIEGOIS, F.
 Toxicologie vétérinaire
 Liège : Derouaux, 1973 .- 332 p.
17. DIABOUGA, S.P.
 Contribution à la connaissance de l'influence de la lactation sur
 les variations des valeurs de certains constituants biochimiques
 sériques chez le zébu Gobra
 Th : Méd. vét. : Dakar : 1989, 2
18. DIALLO, I., GUERIN, H., MBAYE, N., MBAYE, M. et NGOMA, A.
 Effet d'une complémentation minérale et azotée sur la productivité
 des troupeaux naisseurs de la zone sylvopastorale. Premiers résultats
 in Rapport annuel ISRA.
 Dakar : ISRA (Zooveto), 1982.
19. DIALLO, I. NGOMA A. ; SARR, A. ; SALL, D.
 Effet d'une complémentation minérale et azotée sur la productivité des
 troupeaux naisseurs dans la zone sylvopastorale.
 Dahra : CRZ. 1984 .- 13 p
20. DIALLO, I., SOW, R. NGOMA, A., DIOP, B.
 Utilisation des blocs melasse-urée comportant trois sources de
 phosphates naturels (Matam, Taïba, Thiès) dans un essai de complé-
 mentation destiné à des génisses Gobra en Elevage extensif (83-90)
 in rapport annuel du CRZ de Dahra 1985.
 Dahra : CRZ, 1985 .- 4p.
21. FALL, S.T. ; DIOP, M. ; FRIOT, D. et MBAYE, N.
 Projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du
 bétail.
 Phase 1. Deuxième rapport ISRA-1988 .- 22p.
22. FAYE, B
 Contribution à la connaissance des valeurs de la protéinémie totale
 et de ses différentes fractions chez le zebu Gobra du Sénégal
 (influence de l'âge et du sexe).
 Th. : Méd. vét. : Dakar : 1986 ; 10

23. FRIOT, D. et CALVET, H.

Etudes complémentaires sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal.

Rev. Elev. Méd. vét. pays trop, 1971; 24 (3) : 393-407

24. GOURARI, N.

Aphosphorose des bovins : contribution à l'étude de son étiologie et de ses conséquences économiques et pathologiques

Th : Méd. vét. : Lyon : 1975 ; 14

25. GUEGUEN, L.

Valeur comparée des phosphates minéraux comme source de phosphore pour les animaux.

Ann. Zootech, 1961, 10 (3) : 177-196.

26. GUERIN (H.)

Le phosphore dans l'alimentation des ruminants tropicaux : risques de carences, effet de la fertilisation des fourrages et de la complémentation, possibilité d'utilisation des phosphates naturels. Note bibliographique.

Communication présentée aux journées sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale.

TEBESSA (Algérie) 8.11 Mars 1988.

27. ICRE, J.R.

Contribution à l'étude de la fluorose bovine

Th : Méd. vét. : Toulouse : 1955 ; 46

28. James, L.S.

Relationship of cheek tooth abrasion to fluoride induced permanent incisor lesions in livestock.

Am. J. Vet. Res, 1987, 48 (10) : pp : 1498 - 1503

29. KANDORO, N.E.

Contribution à l'étude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur certains constituants minéraux sériques chez le zébu

Gobra

Th : Méd. vét : Dakar : 1988 ; 53

30. KESSABI, M.
 Métabolisme et biochimie toxicologique du fluor : Une revue.
 Rev. Méd. vét., 1984, 135 (8-9) : 497-510
31. KESSABI, M. et BRAUN, J.
 Néphrotoxicité du fluor : Une revue.
 Rev. Méd. vét., 1981 157 (5) : 435-439
32. KESSABI, M. KHOUZAIMI, M. ; BRAUN, J.P. and HAMLIRI, A.
 Serum biochemical effects of fluoride on cattle in the darmous area.
 Vét. Hum. Toxicol., 1983, 25 (6) : 403-406
33. LERMAN, S. ; KRIZEVAN, S. ; MILICIC, P.
 Emploi de polyfos dans l'alimentation des bovins et des porcs.
 Communication personnelle 1976 .- 9p.
34. MC DOWELL, L.R. ; ELLIS, G.L. et CONRAD, J.H.
 Supplémentation en sels minéraux pour le bétail élevé sur pâture sous les tropiques.
 Revue mondiale de Zootechnie, 1983 (46) : pp : - 2-10
36. MILHAUD, G. et GODFRAIN, J.C.
 La fluorose bovine d'origine industrielle.
 Revu. Méd. vét., 1975, 191 (5) : 265-272
37. MOURAD, I.
 Contribution à l'étude de la fluorose : comparaison des volumes des dents au sein d'une population libanaise au Sénégal.
 Th. Chir. Dent : Dakar : 1983 ; 14
38. NDIAYE, V.
 Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux : cas du Sénégal
 Th : Méd. vét. : Dakar : 1985 ; 21

39. NEWELL, G.W. et SCHMIDT, H.J.

The effects of feeding fluorine, as sodium fluoride to dairy cattle : a six year study

Am. j. of Res., 1958 .- 13 p.

40. OUEDRAGO, G.A.

Contribution à la connaissance des valeurs sériques des enzymes du zébu Gobra (PAL, TGP, TGO, GGT et LDH)

Th : Méd. vét. : Dakar : 1986 ; 16

41. PAWSON, E.

Expériences sur la fertilité des sols en Rhodésie du Nord

(Soil fertility experiments Northern Rhodesia 1950-1953)

2è conf. inter; des sols. Leopoldville 1954 ; 27

42. PEREIRA-BARRETO, S.

Reconnaissance pédologique du Ferlo-Sud

Dakar : ORSTOM Centre pedol., 1964

(Rapport de mission 1964)

43. PIERCE, A.W.

Studies of fluorosis of sheep : I. Toxicity of water-borne fluoride for, sheep maintained in pens.

J. Agric. Res., 1952, 2 : 326-340.

44. PIERCE, A.W.

Studies of fluorosis of sheep : II. Toxicity of water-borne fluoride for mature grazing sheep .

J. Agric. Res., 1954, 5 : 545-554.

45. PROMAYRAT, B.M.M.

Etude sur la fluorose bovine en Mauricienne

Th : Méd. vét. : Toulouse : 1969; 13



46. READ, M.V.P. ; ENGELS , E.A.N. ; SMITH , W.A.
Phosphorous and the grazing ruminant . I. The effect of supplementary P on sheep at Armoedsvlakte .
S. Afr. J. Anim. Sci. 1986, 16 (1) : 1- 6
47. ROUIS, M.M.
Les problèmes de l'alimentation des ruminants domestiques en Tunisie .
Th : Méd. vét. : TOULOUSE : 1976; 62.
48. SAWADOGO, G.J.
Protéines sériques totales et fractions chez le zébu Gobra du Sénégal : effets de l'âge et du sexe .
Rev. Méd. Vét. 1987, 138 (7) : 625.628
49. SAWADOGO, G.J.
Complémentation en phosphore de l'alimentation du bétail en élevage extensif sahélien .
Dakar : EISMV : Département de Physique et de Chimie, Biologiques et Médicales , rapport sur l'état d'avancement des travaux, période 1987-1988, oct. 1987.- 8p.
50. SAWADOGO, G.J. ; DESAQUI. SANNES, P.de ; BURZAT, V.
Note sur les effets de l'âge et du sexe sur les concentrations plasmatiques de cuivre, zinc et magnésium chez les zébus Gobra.
Rev. Méd. vét., 1988, 139 (3) : 311.313
51. SAWADOGO, G.J. et THOUVENOT, J.P.
Enzymes, principaux constituants minéraux et organiques sériques chez le zébu Gobra du Sénégal, effets de l'âge et du sexe .
Rev. Méd. Vét., 1987, 138 (5) : 443.446

52. SAWADOGO, G.J. ; THOUVENOT, J.P. et RICO, A.C.
Effets de la gestation et de la lactation sur la biochimie
sérique du zébu Gobra au Sénégal .
Rev. Méd. Vét., 1988, 139 (10) : 953-956
53. SERRES, H., BERTHAUDIERE, L.
Essais de distributions discontinues de phosphates
naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux .
Rev. Elev. Méd. Vét. pays trop., 1979, 32 (4) : 391-399
54. SUTTIE, J.W ; MILLER, R.F. et PHILLIPS, P.H.
Effects of dietary Naf on dairy cows. II. Effects on
milk production.
J. Dai. Sci 1957, 40 : 1485-1491.
55. UNDERWOOD, E.J.
Trace elements in human and animal nutrition
New-York : Academic Press, 1977
56. VAN NIEKERK, B.D.H.
Limiting nutrients : their identification and
supplementation in grazing ruminants. Dans Latin
American (194-200) in Symposium on Mineral Nutrition
Research with grazing ruminants
1978.
Univers of Florida, Gainesville, Etats-Unis.
57. VELU, H.
Les phosphates naturels dans l'alimentation du bétail.
Rabat : Laborat. ser. de l'élevage. Maroc, 1933 .- 8 p.
58. VELU, H.
Le Darmous (ou Dermes)
Fluorose spontanée des zones phosphatées
Arch. Inst. Past. d Algérie, 1932 .- 118 p.

59. VINE H.

Le manque de fertilité des sols africains tropicaux est-il exagéré?
(Is the lack of fertility of tropical african soils exaggerated ?
2nd conf. inter. af. des sols, Léopoldville : 1954.

60. WEBB, R.A.

Déficiences en éléments minéraux de quelques sols en Gambie
(The mineral deficiencies of some Gambian soils).
2nd conf. inter. af. des sols, Léopoldville : 1954

61. ZOUAGUI, H.

Contribution à l'étude de la fluorose chez les grands et les petits
ruminants au Maroc
Th : Méd. vét. : Toulouse : 1973 ; 53

• SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de CLAUDE BOURGELAT, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- D'avoir en tous moments et tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire.
- D'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays.
- De prouver par ma conduite, ma conviction que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire.
- De ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

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

LE CANDIDAT

VU

LE DIRECTEUR
DE L'ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES

LE PROFESSEUR RESPONSABLE
DE L'ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES

VU

LE DOYEN
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET PHARMACIE

LE PRESIDENT DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER _____
DAKAR, LE _____

LE RECTEUR PRESIDENT DU CONSEIL PROVISOIRE DE L'UNIVERSITE CHEIKH ANTA
DIOP DE DAKAR
