

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

(E. I. S. M. V.)

ANNEE 1988 - N° 53



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

THESE

présentée et soutenue publiquement le 19 Novembre 1988  
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar  
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

par

Noël Emmanuel KANDORO

né le 13 Janvier 1962 à OUANGO (CENTRAFRIQUE)

- Président du Jury** : M. François DIENG  
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur** : M. Charles Kondi AGBA  
Professeur Agrégé à l'E. I. S. M. V. de Dakar
- Membres** : M. Justin Ayayi AKAKPO  
Professeur agrégé à l'E. I. S. M. V. de Dakar  
: M. Mamadou BADIANE  
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeur de Thèse** : M. Germain J. SAWADOGO  
Maître-Assistant à l'E. I. S. M. V. de Dakar

ECOLE INTER-ETATS  
DES SCIENCES ET MEDECINE  
VETERINAIRES DE DAKAR  
-----

ANNEE UNIVERSITAIRE 1987-1988

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1- Anatomie-Histologie-Embryologie

Charles Kondi AGBA	Maître de Conférences
Jean-Marie Vianney AKAYEZU	Assistant
Némé BAYI (Melle)	Monitrice

2- Chirurgie-Reproduction

Papa El Hassan DIOP	Maître-Assistant
Franck ALLAIRE	Assistant
Amadou Bassirou FALL	Moniteur

3- Economie-Gestion

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

4- Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires  
d'Origine Animale (HIDAUA)

Malang SEYDI	Maître-Assistant
Serge LAPLANCHE	Assistant
Abdoulaye ALASSANE	Moniteur

5- Microbiologie-Immunologie-Pathologie Infectieuse

Justin Ayavi AKAKPO	Maître de Conférences
Pierre SARRADIN	Assistant
Pierre BORNAREL	Assistant de Recherches
Lalé NEBIE	Moniteur

6- Parasitologie-Maladies Parasitaires-Zoologie

Louis Joseph PANGUI	Maître-Assistant
Jean BELOT	Assistant
Rasmané GANABA	Moniteur

7- Pathologie Médicale-Anatomie Pathologique et  
Clinique ambulante

Théodore ALOGNINOIWA	Maître-Assistant
Roger PARENT	Maître-Assistant
Jean PARANT	Maître-Assistant
Jacques GODFROID	Assistant
Yalacé Y. KABORET	Assistant
François AKIBODE	Moniteur
Dominique LEGRAND (Melle)	Monitrice bénévole

8- Pharmacie-Toxicologie

François A. ABIOLA	Maître-Assistant
Kader AKA	Moniteur

9- Physiologie-Thérapeutique-Pharmacodynamie

Alassane SERE	Professeur
Moussa ASSANE	Maître-Assistant
Hortense AHOUNOU (Mme)	Monitrice

10- Physique et Chimie Biologiques et Médicales

Germain Jérôme SAWADOGO	Maître-Assistant
Jules ILBOUDO	Moniteur

11- Zootéchnie-Alimentation

Ahmadou Lamine NDIAYE	Professeur
Kodjo Pierre ABASSA	Chargé d'enseignement
Ely OULD AHMEDOU	Moniteur

- Certificat Préparatoire aux Etudes Vétérinaires (CPEV)

Amađou SAYO	Moniteur
-------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

Biophysique

Alain LECOMTE----- Maître-Assistant  
Faculté de Médecine et  
de Pharmacie - Universi-  
té Ch. A. DIOP

René NDOYE ~~-----~~ Professeur  
Faculté de Médecine et  
de Pharmacie  
Université Ch.A.DIOP

Mme Jacqueline PIQUET----Chargée d'enseignement  
Faculté de Médecine et de  
Pharmacie  
Université Ch.A.DIOP

Mme Sylvie GASSAMA-----Maître-Assistante  
Faculté de ~~Médecine et de~~  
Pharmacie  
Université Ch.A.DIOP

- Botanique - Agro-pédologie

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

- Economie générale

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

- Economie Agricole appliquée  
à la production animale

Cheikh LY-----Docteur Vétérinaire  
Master en Economie Agricole  
Chercheur à l'ISRA

.../...

- Agrostologie

André GASTON

Docteur ès Sciences  
LNREV-Hann

III- PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1987-1988)

- Parasitologie

Ph. DORCHIES-----Professeur

Ecole Nationale Vétéri-  
naire TOULOUSE (France)

- Pathologie Bovine-Pathologie Aviaire  
et porcine

J. LECOANET-----Professeur

Ecole Nationale Vétéri-  
naire NANTES (France)

- Pharmacodynamie Générale et Spéciale

P.L. TOUTAIN-----Professeur

Ecole Nationale Vétéri-  
naire TOULOUSE (France)

- Pathologie Générale-Immunologie

Melle Nadia HADDAD-----Maître de Conférences

Agrégée  
E.N.V. Sidi THABET  
(Tunisie )

- Pharmacie-Toxicologie

L. EL BAHRI-----Maître de Conférences

Agrégé  
E.N.V. Sidi THABET  
(Tunisie)

Michel Adelin J. ANSAY-----Professeur

Université de Liège  
(BELGIQUE)

- Zootchnie-Alimentation

A. FINZI -----Professeur  
Université de VITERBO (Italie)

PAOLETTI-----Professeur  
Université de PISE (Italie)

- Pathologie chirurgicale

L. POZZI-----Professeur  
Université de TURIN (Italie)

- Pathologie Médicale

M. BIZZETTI-----Assistant  
Faculté de Médecine Vétéri-  
naire de PISE (Italie)

GUZZINATI-----Technicien programmeur  
Université de PADOUE (Italie)

- Sociologie Rurale

GNARI KENKOU-----Maître-Assistant  
Université du Bénin (Togo)

- Reproduction

D. TAINURIER-----Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
NANTES (France)

- Physique et Chimie Biologique  
et Médicales

P. BENARD-----Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
TOULOUSE (France)

- Denréologie

J. ROZIER-----Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
ALFORT (France)

-----  
-----

TE

TE) E D I E

TE E

TE R A V A I L

*Au Seigneur Dieu Tout Puissant*

*A mon Père, à ma Mère, à ma Marâtre*

*C'est à vous que je dois tout. Puisse ce travail être le fruit de vos énormes sacrifices. Trouvez ici, le témoignage d'une profonde affection.*

*A ma fille KITTY LORENDA Chance*

*tu es la chance de ma vie. Amour infini*

*A ZENAS*

*Ce travail est le fruit de ta tendresse ; la patience et le courage qui te caractérisent constituent le fondement de l'amour que j'ai pour toi. Puisse ce travail nous encourager dans notre vie commune.*

*A mes Frères et Soeurs : Mathieu, Moïse, Cérézo, Roger, Marien, Samuel, Théophile, Fore, Eugénie, Clarisse, Lydie, Annie, Nathalie, Pauline...*

*Le courage et la persévérance sont des voies sûres pour atteindre ce qu'on cherche. Ce travail n'est qu'un maillon de la chaîne. Faites mieux.*

*A ma Soeur SUZANE : in mémorium.*

*A Monsieur et Madame KEMBIO.*

*J'ai trouvé auprès de vous un soutien sans égal. Puisse ce travail contribuer à consolider davantage les rapports entre nos deux familles.*

*A tous mes Beaux-Frères : Eternelles reconnaissances.*

*A mes oncles TOGBA et SAMBIA*

*Vous avez été pour moi plus qu'un père. Affection.*

*A la famille KANDORO et SAMBIA Maurice*

*A tous mes Neveux, Tantes et Nièces.*

*A Aimé Roger KOSSOMBOI et Abel FEZANE*

*plus que des amis, nous avons été des frères.  
Ce travail est le résultat de toutes les difficultés  
que nous avons pu surmonter ensemble depuis le  
lycée. Amicalement.*

*A Sylvestre SIAOU-FOULOU*

*Le hasard qui nous a réunis à Dakar est vraiment  
divin. Puisse cette compréhension mutuelle qui  
nous a toujours unis durant notre formation continuer  
jusqu'à dans notre vie professionnelle. Amitié.*

*A tous les Etudiants Centrafricains au Sénégal.*

*A tous les Amis de l'E.I.S.M.V.*

*A tous les Sportifs de l'EISMV : Volleyeurs et Foot-  
balleurs.*

*A tous les Volleyeurs et Volleyeuses du Dakar Université  
Club.*

*A l'Union des Etudiants Centrafricains au Sénégal (UECAS)*

*A tous les Vétérinaires Centrafricains.*

*A la Centrafrique mon Pays.*

*Au Sénégal pays hôte terre de Terranga.*

*Inch Allah !*

## A NOS MAITRES ET JUGES

*A Monsieur François DIENG,*

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

*C'est un grand honneur pour nous de vous voir  
présider ce jury de thèse,*

*Très profonde gratitude et hommages respectueux.*

*A Monsieur Charles KONDI AGBA,*

*Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V. de dakar,*

*Rapporteur de cette thèse, qui nous fait  
l'honneur de juger ce travail,*

*Votre rigueur et votre compétence vous valent  
l'estime de tous,*

*Très hautes considérations,*

*A Monsieur Justin AYAYI AKAKPO,*

*Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar,*

*En acceptant de juger ce travail, vous nous  
faites un très grand honneur. Vous avez été pour  
nous un enseignant exemplaire,*

*Ce travail est l'expression du grand respect  
que nous avons pour vous,*

*A Monsieur Mamadou BADIANE,*

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

*La spontanéité avec laquelle vous avez accepté  
de juger ce travail nous a beaucoup touché,*

*Sincères remerciements.*

*A Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO,*

*Maître-Assistant à l'E.I.S.M.V. de Dakar,*

*Vous nous avez inspiré ce travail et vous l'avez  
encadré avec une rigueur qui fait notre admiration,*

*Trouvez ici l'expression de notre profonde  
gratitude.*

## NOS REMERCIEMENTS

- A l'Institut Mondial du Phosphate (IMPHOS) qui a permis la réalisation de ce travail.
- Au Docteur Nafissatou FALL
- A la Famille Antoine SARR à Dahra
- A Madame DIOUF de la Bibliothèque de l'EISMV.
- Au Personnel du Laboratoire de Physiologie de l'EISMV.
- A la Mission Italienne de Coopération.

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

P L A N  
=====

INTRODUCTION

PREMIER CHAPITRE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I - RAPPELS DE PHYSIOLOGIE ET DE NUTRITION

- 1 - Les formes du phosphore dans l'organisme
- 2 - Les sources d'apport du phosphore
- 3 - Les besoins en phosphore et leur couverture
  - 3.1. - Les besoins
  - 3.2. - La couverture des besoins
- 4 - Rôles du phosphore dans l'organisme
- 5 - Les carences en phosphore et les conséquences pathologiques
  - 5.1. - Les troubles osseux
  - 5.2. - Les troubles névrotiques
- 6 - Métabolisme du phosphore
  - 6.1. - Digestibilité
  - 6.2. - Absorption et devenir du phosphore absorbé
  - 6.3. - Régulation du métabolisme du phosphore
- 7 - Place des phosphates dans les productions animales

II - ETIOLOGIE DES CARENCES OBSERVEES DANS LA ZONE

SYLVO-PASTORALE

- 1 - Présentation de la zone sylvo-pastorale
- 2 - Situation alimentaire du bétail

III - PARTICULARITES DES PHOSPHATES NATURELS DU SENEGAL  
EN RAPPORT AVEC LEUR UTILISATION DANS L'ALIMENTATION  
ANIMALE

- 1 - Composition des phosphates du sénégal
- 2 - Problèmes toxicologiques liés à leur utilisation en alimentation animale
  - 2.1. - L'intoxication aiguë
  - 2.2. - L'intoxication chronique

DEUXIEME CHAPITRE : MATERIELS ET METHODES

I - MATERIELS

- 1 - Les animaux
  - 1.1. - Environnement
  - 1.2. - Mode d'élevage
  - 1.3. - Composition du troupeau
- 2 - Les phosphates naturels utilisés

II - METHODES

- 1 - Déroulement de l'expérience
  - 1.1. - Schéma de distribution des phosphates
  - 1.2. - Les pesées des animaux et les examens cliniques
  - 1.3. - Les examens de laboratoire
- 2 - Analyse statistique

## TROISIEME CHAPITRE : RESULTATS

### I - EXAMENS CLINIQUES DES ANIMAUX ET ETUDE DES LESIONS

#### DENTAIRES

### II - RESULTATS BIOCHIMIQUES

- 1 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois de Juin
- 2 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois de Juillet
- 3 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois d'Août
- 4 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois de Septembre
- 5 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois d'Octobre
- 6 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois de Novembre
- 7 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois de Décembre
- 8 - Distribution du P, du Ca, du Na, du K et du Cl pendant le mois de Janvier.

## QUATRIEME CHAPITRE : DISCUSSIONS

### I - CRITIQUE DE LA METHODE

- 1 - Les prélèvements
- 2 - Les analyses

### II - EXAMENS CLINIQUES DES ANIMAUX ET EVOLUTION DES

#### LESIONS DENTAIRES

### III - RESULTATS BIOCHIMIQUES

- 1 - Evolution de la phosphatémie
- 2 - Evolution de la calcémie
- 3 - Evolution de la natrémie
- 4 - Evolution de la kaliémie
- 5 - Evolution de la chlorémie

### CONCLUSION GENERALE

### BIBLIOGRAPHIE

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



Dans les régions intertropicales à longue saison sèche et aride, d'immenses troupeaux de bovins sont élevés, selon un mode extensif. Ils subissent chaque année une sous-alimentation grave, particulièrement au cours de la deuxième moitié de la saison sèche.

Energie, matières azotées, minéraux, vitamines sont alors insuffisants dans la ration. Les corrections sont généralement efficaces mais leur coût en élevage extensif dans les zones arides, peut les rendre non économiques.

CALVET et collab.(9) ont montré qu'un complément minéral phosphaté était capable d'être, en fonction de son coût, le plus efficace.

Dans de nombreux pays tropicaux, on trouve des gisements de phosphates constitués d'apatites dont la base est le phosphate tricalcique, capable d'apporter du phosphore et du calcium (41).

Selon GUEGUEN (24), leur utilisation digestive peut atteindre 50p.100 surtout par les animaux carencés qui ont un pouvoir de fixation plus élevé. Malheureusement, les apatites des gisements naturels contiennent du fluor à des taux qui avoisinent 3p.100.

Le fluor à faible concentration est un constituant normal de l'organisme et se révèle favorable à la lutte contre les caries dentaires. Mais à forte concentration, il provoque des lésions des os et des dents.

De nombreuses études ont été consacrées à l'intoxication fluorée consécutive à l'absorption continue de fluor soit par la contamination des aliments auprès des industries du phosphate, soit par la boisson d'eaux fluorées. Ces études ont montré que le fluor se stocke spécifiquement dans le squelette et dans les dents, alors que les muscles, les viscères, le lait n'en contiennent pratiquement pas ; ce qui évite des problèmes de santé publique(41).

Plusieurs travaux ont aussi démontré que la fluorose n'affecte ni la croissance, ni la fertilité, ni la production laitière, sauf dans le cas où de très graves lésions du squelette entraînent des troubles fonctionnels (41). Mais lorsque l'administration du fluor dure un temps limité, on constate que ce dernier s'élimine par les urines après l'arrêt de l'absorption.

D'où l'idée de tenter de corriger, à faible coût, les carences phospho-calciques périodiques du bétail tropical par des distributions de phosphates naturels.

Ainsi, notre étude porte sur l'utilisation des phosphates naturels du Sénégal (TAIBA et THIES) pour une complémententation des taurillons vivant en élevage extensif et les répercussions de celle-ci tant sur le plan clinique que biochimique.

Les travaux sont menés au Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Dahra-Dioloff et au laboratoire de biochimie de l'Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.) de Dakar.

Les phosphates utilisés sont naturels et n'ont subi aucun traitement particulier susceptible de modifier leurs compositions.

Notre travail est conçu en quatre chapitres :

- Le premier chapitre qui est consacré à la synthèse bibliographique nous permet de situer le sujet.

- Le deuxième chapitre sera relatif à l'étude des matériels et des méthodes que nous avons utilisés.

- Le troisième chapitre portera sur les résultats de notre expérimentation.

- Enfin, le quatrième chapitre, réservé aux discussions de nos résultats, nous permettra de nous situer par rapport aux travaux déjà effectués sur le sujet dans d'autres régions du monde.

PREMIER CHAPITRE

---

---

17 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

XIX

## I - RAPPELS DE PHYSIOLOGIE ET DE NUTRITION

### 1 - LES FORMES DU PHOSPHORE DANS L'ORGANISME

Le phosphore se trouve dans l'organisme sous des formes chimiques variées (23) :

- La forme minérale insoluble constituée principalement par le phosphate tricalcique qui représente 87p.100 des matières minérales de l'os.

- La forme organique qu'on rencontre dans les tissus mous. Elle est constituée par le phosphore lié aux glucides, aux lipides et aux protéines.

- La forme minérale soluble est rencontrée dans le sang et dans les humeurs. Ce phosphore minéral soluble ou phosphore inorganique existe sous les formes de pyrophosphates et d'orthophosphates.

Le taux des orthophosphates du plasma constitue la phosphatémie qui subit des variations en fonction de la zone et de la saison (Tableaux n°I et II).

Le taux du phosphore total du sang constitue la phosphorémie.

Le tableau n°III indique les taux moyens de la phosphorémie et de la phosphatémie chez la vache laitière.

TABLEAU n°I : VARIATIONS DE LA PHOSPHATEMIE  
EN FONCTION DE LA ZONE

REGIONS	Phosphatémie en mg/l de sérum	Phosphatémie en mmol/l de sérum
FERLO	50,1	1,61
CASAMANCE	70,7	2,28
CRZ DAHRA	74,5	2,40
BASSIN ARACHIDIER	73,3	2,36
SANGALKAM (Pâturage)	60,7	1,96
SANGALKAM (Embouche)	90,3	2,91

SOURCE : FRIOT ET CALVET, 1973

TABLEAU n° II : INFLUENCE DE LA SAISON SUR LA PHOSPHATEMIE

SAISON	Phosphatémie en mg/l de sérum	Phosphatémie en mmol/l de sérum
Hivernage	64,9	2,09
Saison Sèche	50,7	1,63

SOURCE : FRIOT et CALVET, 1973

TABLEAU n°III : VALEURS MOYENNES PHYSIOLOGIQUES DE LA PHOSPHATEMIE  
ET DE LA PHOSPHOREMIE CHEZ LA VACHE LAITIERE

PHOSPHATEMIE MG/L de Plasma	PHOSPHOREMIE MG/L de Sang
50 à 60	350 à 450

SOURCE : GOURARI, 1975

## 2 - LES SOURCES D'APPORT DU PHOSPHORE

Il existe deux sources essentielles de phosphore pour la satisfaction des besoins des animaux : ce sont les sources endogènes et les sources exogènes.

### - Les sources endogènes

Les sources endogènes sont représentées par les quantités de phosphore mobilisé à partir des os sous l'effet de la parathormone.

### - Les sources exogènes

Les sources exogènes sont les plus importantes car elles permettent de reconstituer les réserves endogènes. Les deux composantes essentielles sont représentées par l'eau et la ration alimentaire.

Les eaux d'abreuvement peuvent contenir des quantités non négligeables de phosphore. Mais CALVET (6) a montré que la quantité de phosphore dans l'eau diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface.

Les fourrages sont généralement pauvres en phosphore. Les grains et les tourteaux en sont riches.

A côté des apports alimentaires, il existe d'autres sources de phosphore représentées en élevage encadré par les compléments minéraux.

BESOIN EN PHOSPHORE  
DES  
VERTÈBRES  
ÉQUILIBRÉ

### 3 - LES BESOINS EN PHOSPHORE ET LEUR COUVERTURE

#### 3.1. - Les besoins en phosphore

Les besoins se répartissent en besoin d'entretien et en besoin de production.

##### - Le besoin d'entretien

Le renouvellement régulier de la substance osseuse et les pertes endogènes obligatoires créent ce besoin qu'il est nécessaire de satisfaire régulièrement (Tableau n°IV).

TABLEAU n°IV . BESOINS EN PHOSPHORE EN FONCTION  
DU POIDS DE L'ANIMAL

<u>POIDS (Kg)</u>	<u>BESOIN en g/j</u>
100	7,3 à 10,1
200	9,8 à 11,2
300	12,3 à 14,6
400	13,4 à 23,7

SOURCE : GOURARI, 1975

- Le besoin de production

Les différentes productions animales (lait, ponte, gestation, lactation) augmentent de manière considérable les besoins des animaux.

Les besoins de croissance dépendent du degré de minéralisation des os.

Les besoins de gestation n'entrent en ligne de compte que pendant les trois derniers mois de la gestation.

Les besoins de lactation sont quant à eux en relation avec le taux de phosphore du lait.

3.2. - La couverture des besoins en phosphore

La couverture des besoins en phosphore demande le respect de certaines règles dans l'apport du minéral :

- Nécessité d'apporter du phosphore,
- Nécessité d'assurer cet apport sous des formes assimilables.
- Nécessité de respecter le rapport phospho-calcique. D'après GUEGUEN cité par FARDEAU (17), le rapport recommandé chez la vache laitière doit être voisin de 2 pour obtenir une utilisation digestive optimale.
- Nécessité d'apporter de la vitamine D pour favoriser l'absorption.

La couverture du besoin en phosphore exige donc le respect de ces règles d'apport de manière à permettre au minéral de jouer efficacement ses rôles biologiques dans l'organisme.

#### 4 - ROLES DU PHOSPHORE DANS L'ORGANISME

Dans l'organisme, le phosphore constitue l'élément minéral le plus important après le calcium. Les rôles qu'il joue se distinguent en :

- Rôle plastique dont l'importance est bien connue dans la minéralisation des os et des dents. En effet, chez les mammifères, les cendres renferment jusqu'à 17p.100 de phosphore.

- Rôle métabolique notamment dans la mise en réserve de l'énergie et dans la catalyse. Il intervient dans de nombreux autres processus métaboliques sous le contrôle de la phosphatase alcaline ; enzyme indispensable dans tout changement d'état de phosphore à pH alcalin (entre 9,2 à 9,6).

Ces différents rôles du phosphore montrent l'importance biologique du minéral dans l'organisme. Il est donc indispensable de procéder à un apport régulier pour éviter des perturbations liées aux carences.

#### 5 - LES CARENCES EN PHOSPHORE ET LES CONSEQUENCES

##### PATHOLOGIQUES

Tout comme l'homme, les animaux sont également très sensibles aux carences en phosphore. En effet, le manque de phosphore est à l'origine de troubles osseux et de troubles névrotiques.

##### 5.1. - Les troubles osseux

##### - Le rachitisme et l'ostéomalacie

Le rachitisme et l'ostéomalacie sont des ostéopathies nutritionnelles chimiodystrophiques.

L'ostéomalacie frappe les animaux adultes et consiste en une déminéralisation des os qui deviennent plus ou moins poreux. Ceci se caractérise cliniquement par des boîteries sans sièges fixes, une démarche difficile et des déformations osseuses visibles à l'extérieur de l'animal sous forme de saillies.

Le rachitisme est observé chez l'animal jeune en croissance et consiste en une insuffisance de minéralisation de la substance osseuse. Le tableau clinique est assez similaire à celui de l'ostéomalacie.

#### - L'ostéoporose

L'ostéoporose est consécutive à une grande activité des ostéoclastes, entraînant une destruction importante du tissu osseux.

Cliniquement, elle se traduit par une asthénie, une déformation des os longs avec fragilisation, des oedèmes douloureux au niveau des zones articulaires.

#### - L'ostéofibrose

L'ostéofibrose résulte d'une déminéralisation suivie d'une prolifération de la substance fondamentale de l'os. Elle se traduit cliniquement par un gonflement de la tête chez le cheval ainsi que des boîteries et des déformations osseuses.

### 5.2. - Les troubles névrotiques

#### - Le pica

Le pica est une dépravation du goût qui pousse les animaux à laisser leur ration et à ingérer des substances non alimentaires. Ceci conduit les animaux à contracter certaines maladies comme le botulisme (5), (6).

Un apport insuffisant en phosphore est à l'origine de cette aberration du goût.

### - Les névroses vitulaires

Les névroses vitulaires surviennent au cours de la reproduction et affectent plusieurs espèces animales. Ces troubles sont le plus souvent caractérisés par des tétanies, une parésie (parésie vitulaire) et un coma (coma vitulaire) chez la vache et les petits ruminants. Cette pathologie est le plus souvent due à un déséquilibre phospho-calcique où l'hypocalcémie domine.

## 6 - METABOLISME DU PHOSPHORE

### 6.1. - Digestibilité du phosphore

Tout le phosphore contenu dans l'herbe, les fourrages ou les condiments minéraux n'est pas utilisé entièrement par l'animal. On distingue une digestibilité apparente

(CUD apparente =  $\frac{\text{Ingéré} - \text{Fécal}}{\text{Ingéré}} \times 100$ ) et une digestibilité

réelle (C.U.D. réelle =  $\frac{\text{Ingéré} - \text{Fécès} - \text{Fécès endogène}}{\text{Ingéré}} \times 100$ ).

C'est la digestibilité réelle qui permet d'évaluer la quantité du minéral réellement absorbée.

La valeur de la digestibilité dépend de l'espèce, de la race et de l'âge de l'animal. Elle dépend aussi de la solubilité du phosphore (24).

### 6.2. - Absorption et devenir du phosphore absorbé

Chez les ruminants, le phosphore est absorbé au niveau du duodenum et du jéjunum. Cette localisation serait due selon Jean BLAIN, cité par GOURARI (23), à la phosphatase alcaline particulièrement abondante à ces niveaux.

Le phosphore absorbé par la paroi intestinale se répartit en plusieurs fractions : le phosphore retenu et fixé au niveau de l'os sous forme de phosphates tricalciques et de phosphates trimagnésiques ; le phosphore excrété dans les urines, le lait et éventuellement dans la sueur.

### 6.3 - Régulation du métabolisme du phosphore

Le taux de phosphore de l'organisme doit être maintenu dans des limites physiologiques pour éviter des troubles qui peuvent être engendrés par l'excès ou le déficit en phosphore. Pour ce faire, deux types de régulations sont possibles : la régulation hormonale et la régulation alimentaire.

#### - Régulation hormonale

Au niveau de l'os, le métabolisme du phosphore est lié à celui du calcium. Deux substances hormonales entrent en jeu : la parathormone (P.T.H.) et la calcitonine (C.T.).

La P.T.H. favorise l'ostéolyse en stimulant le départ du phosphore et du calcium de l'os. Au niveau des reins, elle règle la phosphatémie en fixant l'élimination rénale des phosphates. l'excès de P.T.H. entraîne une augmentation de l'excès urinaire des phosphates. La P.T.H. est donc une hormone hypophosphatémiante et hypercalcémiante.

La calcitonine possède une action hypocalcémiante et hypophosphatémiante due à l'inhibition du catabolisme osseux. sur le rein, l'action de la calcitonine est en synergie avec celle de la P.T.H. Ces deux hormones possèdent donc une action antagoniste sur la calcémie ; par contre, leur action se superpose sur la phosphatémie.

- Régulation alimentaire

La teneur des aliments en phosphore constitue le facteur principal agissant sur la phosphatémie. Les teneurs en minéraux des différents condiments doivent être satisfaisantes.

D'après DIA cité par NDIAYE (34), les composés minéraux utilisés au Sénégal ont été jugés satisfaisants. Cependant leur coût élevé limite leur vulgarisation. D'où la nécessité de penser à d'autres sources moins coûteuses mais aussi efficaces : les phosphates naturelles.

7 - PLACE DES PHOSPHATES DANS LES PRODUCTIONS

ANIMALES

En zone tropicale, la saison sèche fait subir aux animaux des pertes de poids liées à la pauvreté des pâturages durant cette période. Ceci est lié à la baisse du disponible fourrager pendant cette saison.

En saison des pluies, les animaux ayant un disponible fourrager suffisant, font une croissance compensatrice.

L'utilisation des phosphates dans l'alimentation vise deux buts :

- s'opposer aux pertes de poids pendant la saison sèche,

- améliorer les gains de poids de la saison des pluies. Donc, augmenter les performances zootechniques des animaux (croissance, productions, reproduction) en minimisant les carences en phosphore observées dans la zone sylvopastorale particulièrement pendant la saison sèche.

## II - ETIOLOGIE DES CARENCES OBSERVEES DANS LA ZONE

### SYLVO - PASTORALE

#### 1 - PRESENTATION DE LA ZONE SYLVO-PASTORALE

La zone sylvo-pastorale ou Ferlo est une vaste plaine située dans la partie Nord du Sénégal. 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 est imprécise. Elle se situe approximativement au niveau d'une ligne oblique qui débute à l'Ouest vers le 15e parallèle pour s'infléchir à l'Est vers le 14e parallèle.

Le climat de type sahélo-soudanais se caractérise par des températures généralement élevées pouvant atteindre 40°C au milieu de la saison sèche. Les précipitations sont faibles et débutent généralement en Août pour disparaître à la fin du mois de Septembre.

Ces dernières années, les pluies ont été interrompues par une sécheresse néfaste à la végétation.

Il s'agit d'une zone où la vocation économique est essentiellement pastorale. En effet, elle renferme les 2/3 du cheptel bovin, ovin et caprin du Sénégal.

#### 2 - SITUATION ALIMENTAIRE DU BETAIL

Le pâturage naturel constitue l'alimentation exclusive du bétail. Il est constitué de végétation herbacée à laquelle s'ajoutent occasionnellement, le feuillage de certains arbustes et les gousses d'acacia.

La longue saison sèche transforme les foins d'hivernage en paille peu digeste et pauvre en éléments nutritifs. L'analyse bromatologique d'herbes de pâturage récoltées à Dahra a permis de constater une pauvreté de ces herbes en phosphore durant toute l'année. A cette pauvreté des fourrages s'ajoute celle des eaux de forage (5).

Face à cette situation, la supplémentation minérale a permis de contourner ces insuffisances. Mais son coût élevé limite son utilisation à grande échelle.

La solution à ce problème consisterait à utiliser les phosphates naturels produits au Sénégal. Malheureusement, ces minerais revêtent quelques particularités dont dépend leur utilisation en alimentation animale.

### III - PARTICULARITES DES PHOSPHATES DU SENEGAL EN RAPPORT AVEC LEUR UTILISATION DANS L'ALIMENTATION ANIMALE

Nous aborderons successivement dans ce paragraphe, la composition des différents types de phosphates naturels produits au Sénégal, puis quelques problèmes toxicologiques posés par ces minerais.

#### 1 - COMPOSITION DES PHOSPHATES DU SENEGAL

Le tableau n°IV montre que les phosphates du Sénégal sont riches en phosphore et en calcium. Les taux contenus peuvent couvrir les besoins des animaux. Ces macro-éléments sont indispensables à l'organisme (5), (43).

La forte teneur en fluor des phosphates de TAIBA et de MATAM pourrait compromettre leur utilisation en alimentation animale. Quant au phosphate de THIES, de teneur plus faible en fluor, sa richesse en aluminium (antagoniste du fluor) (32) pourrait éliminer tout risque d'intoxication par celui-ci.

---

TABLEAU n° IV : COMPOSITION DES PHOSPHATES DU SENEGAL

ORIGINE	ELEMENTS CHIMIQUES	TENEUR EN p.100 DE MAT. BRUTE
TAIBA	Anhydride phospho- rique.....	37,6
	Fluor.....	3,7
	Chaux.....	51,49
	Oxyde d'aluminium	0,75
THIES	Anhydride phospho- rique.....	29,5
	Fluor.....	0,8
	Chaux.....	9
	Alumine.....	30,5
MATAM	Phosphore.....	12,86
	Calcium.....	35,56
	Aluminium.....	1,58
	Fluor.....	2,5

SOURCE : NDIAYE, 1985

## 2 - PROBLEMES TOXICOLOGIQUES LIES A L'UTILISATION DES PHOSPHATES NATURELS EN ALIMENTATION ANIMALE

Nous limiterons notre étude à la toxicité du fluor contenu dans les phosphates . Il y a deux types d'intoxications par le fluor : l'intoxication aiguë et l'intoxication chronique.

### 2.1. - L'intoxication aiguë

L'intoxication aiguë par le fluor est très grave. Elle est mortelle (plus de 50p.100 des cas). Le temps de latence est court. Cette pathologie survient après l'ingestion d'une dose massive de fluor et se manifeste par des troubles digestifs, nerveux, cardio-vasculaires.

La dose mortelle chez l'homme est de 2 à 10g de fluorure de sodium.

### 2.2. - L'intoxication chronique

L'intoxication chronique ou fluorose apparaît à la suite d'ingestion répétée d'aliments riches au fluor ou à la suite d'inhalations quotidiennes de quelques dérivés du fluor (fluorose industrielle). Elle affecte le plus souvent les animaux qui vivent dans les régions phosphatières.

Si le fluor joue un rôle dans la reproduction et la croissance en augmentant la rétention du calcium au niveau de l'os, il est néanmoins très toxique pour l'organisme.

Au début de l'intoxication, le fluor contrecarre son excès en augmentant l'excrétion urinaire et le stockage dans le squelette. La fluorose se manifeste peu après par une chute de l'appétit et une perturbation de la croissance.

Les dents se trouvent aussi modifiées dans leur couleur, leur forme, leur taille et leur structure. En effet, les dents deviennent crayeuses, rugueuses au toucher et présentent de petites cavités à fond marron ou noir. L'action toxique du fluor ne se manifeste sur la dent que pendant son développement.

Sur les os, l'intoxication se traduit par des os qui paraissent rugueux, poreux avec de nombreuses exostoses. Ils deviennent ainsi plus fragiles ; d'où des fractures spontanées. On note également une minéralisation des tendons.

TABLEAU n°V : TENEURS EN FLUOR DES DIFFERENTS TISSUS  
CHEZ L'ANIMAL NORMAL

TISSUS	TENEURS (en ppm)
SQUELETTE	400 à 1200 (26)
DENTS	500 à 800 (43)
ORGANES	0,7 à 3 (25)
SANG	0,20 à 0,30 (12), (32)
URINE	2 à 8 (13), (44)
LAIT	0,1 à 0,2 (25)

D'après UNDERWOOD (E.J.) cité par FARDEAU (17), la limite de tolérance pour les vaches laitières serait de 30 ppm de fluor dans la ration totale. DERIVAUX (13) fixe la dose maximale admissible (D.M.A.) à 1mg par kilogramme de poids vif et par jour.

CHOMIENNE (10) en étudiant les phosphates naturels admet jusqu'à 3mg par kilogramme et par jour dans la ration des bovins.

#### CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude a permis de connaître la fluorose et les conséquences qu'elle entraîne. Mais malgré la gravité de l'intoxication, certains auteurs proposent l'utilisation d'aliments riches en fluor. Tout ceci vise à définir l'effet du minéral à plus ou moins long terme dans l'organisme à partir des méthodes techniquement fiables et économiquement rentables.

DEUXIEME CHAPITRE  
=====

///)ATERIELS ET ///)ETHODES

---

X  
X  
X

Nous donnerons dans une première partie des détails sur le matériel utilisé. Et dans une deuxième partie nous indiquerons les méthodes utilisées.

## A - MATERIELS

### 1 - LES ANIMAUX

#### 1.1. - Environnement des animaux

Les animaux vivent au Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Dahra. Il s'agit des zébus Gobra.

Le CRZ de Dahra se trouve dans une vaste zone de 40.000km<sup>2</sup> appelée Ferlo par les populations locales. Les caractéristiques climatiques de cette zone ont été largement développées dans notre premier chapitre. Toutefois nous retiendrons que c'est une zone à faible pluviométrie. Le rapport du CRZ indique pour l'année 1983 une pluviométrie totale de 110mm.

Compte tenu des précipitations, c'est une zone peu propice au développement de certains parasites.

Les principales maladies animales qu'on y rencontre sont . la peste bovine, la péripneumonie contagieuse des bovins, le charbon symptomatique, le botulisme. Mais grâce à l'application des mesures de prophylaxie, les cas cliniques sont ces dernières années très rares.

Le CRZ occupe une superficie de 6.800ha dont 900ha abritent les locaux administratifs et 5.900ha sont divisées en parcelles constituant les pâturages.

Le Centre est en outre doté d'un système hydraulique moderne pour satisfaire les besoins en eau des animaux.

### 1.2. - Mode d'élevage

Les animaux vivent en élevage extensif et sont répartis en différents troupeaux entre les bergers qui sont des salariés. Les points d'eau constituent les lieux de rencontre des troupeaux.

Les pâturages naturels constituent l'essentiel de l'alimentation du bétail. Ils sont constitués de végétation herbacée, surtout dominée par les graminées auxquelles s'ajoutent le feuillage de quelques rares arbustes. Les espèces de graminées dominantes sont :

- *Aristida matubilis*,
- *Eragrostis tremula*,
- *Schoenefeldia gracilis*.

L'analyse bromatologique d'herbes de pâturage récoltées à Dahra a permis de constater une faible teneur en phosphore et calcium (34).

### 1.3. - Composition du troupeau

6 lots de 13 taurillons âgés de 12 à 20 mois ont été constitués à partir de 78 animaux. Ces animaux sont d'un poids moyen de 149,5kg. L'identification des taurillons et des lots est donnée par le tableau n°VI.

Le tableau n°VII donne les poids moyens au départ pour chaque lot.

Après avoir assuré la couverture sanitaire (déparasitage et vaccination contre le botulisme, la peste bovine et la péripneumonie contagieuse des bovins), les animaux ont connu une période d'adaptation, à la fin de laquelle un prélèvement de sang a été effectué.

## 2 - LES PHOSPHATES NATURELS UTILISES

Les phosphates naturels utilisés proviennent de Taïba et de Thiès. Ces phosphates n'ont subi aucun traitement particulier pouvant modifier leurs compositions. Ces compositions sont mentionnées dans le tableau n°IV.

## B - METHODES

### 1 - DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

L'expérience doit être menée sur une durée de quatre années divisées en deux phases.

Nos travaux portent sur la première phase qui est exécutée en deux périodes (1987-1988 et 1988-1989).

Les premiers prélèvements sont intervenus le 02 Juin 1987 avant la distribution des phosphates, et ce, sur tous les lots (traités comme témoins), afin d'établir des valeurs de référence.

Les premières pesées ont permis également de prendre les poids au départ de l'expérimentation (tableau n°VII).

#### 1.1. - Schéma de distribution des phosphates

La distribution a commencé le 07 Juin 1987 avec toutes les difficultés inhérentes au changement des habitudes alimentaires des animaux suivant le tableau n°VIII.

TABLEAU n°VI : IDENTIFICATION DES DIFFERENTS LOTS

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
	Jaune	Rouge	Vert	Bleu	Noir	Témoin
1	6715	6742	6740	6713	6759	6748
2	6755	6757	6726	6727	6716	6761
3	6719	6756	6751	6720	6749	6741
4	036	066	012	068	026	6745
5	077	080	053	041	049	6763
6	057	073	064	045	060	051
7	071	055	078	070	028	029
8	072	027	035	038	030	067
9	058	034	014	061	079	044
10	048	031	056	074	043	047
11	054	033	069	059	032	046
12	039	062	042	050	063	037
13	040	065	052	013	075	076

TABLEAU n°VII : POIDS MOYENS (Kg) AU DEPART DE  
L'EXPERIMENTATION POUR CHAQUE LOT

LOTS	POIDS MOYENS (Kg)	NOMBRE D'ANIMAUX PAR LOT
Témoïn	152,2	13
1	149,3	13
2	149,	13
3	148,6	13
4	150,3	13
5	147,6	13

Au début de l'expérience, pour que les phosphates soient totalement consommés, ils ont été mélangés à une petite quantité de mélasse pour favoriser leur appétabilité. Mais celle-ci a été progressivement retirée de l'alimentation.

Deux types de distributions sont retenues : la distribution en continu pour les lots jaune, vert, bleu et noir. Le lot rouge fait l'objet d'une distribution discontinue selon le rythme d'un mois de phosphate suivi d'un mois de repos.

Le lot bleu reçoit une quantité plus importante de phosphate de Thiès étant donné sa faible teneur en fluor (0,8p.100) ; alors que les phosphates de Taïba ont une teneur en fluor très élevée (3,7p.100).

La distribution des phosphates se fait individuellement le soir, au retour des pâturages. La distribution des phosphates naturels fournit à chaque animal l'équivalent de 7g de phosphore par jour. Cette distribution fut arrêtée pendant la saison des pluies (Août, Septembre, Octobre). On estime que pendant cette période, les pâturages sont naturellement riches en phosphore et peuvent donc couvrir les besoins des animaux. La distribution avait repris au début du mois de Novembre (04 Novembre 1987).

#### 1.2.2. - Les pesées des animaux et les examens cliniques

Les animaux sont pesés une fois par mois, à jeun et dans les mêmes conditions à chaque fois. Ils subissent à cette occasion un prélèvement de sang pour les examens de laboratoire.

Les examens cliniques des animaux portent sur leur état général et particulièrement sur les os facilement explorables et les articulations, mais aussi sur tout autre trouble de la santé pouvant survenir au cours de l'expérimentation.

TABLEAU n°VIII : SCHEMA DE DISTRIBUTION DES PHOSPHATES

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
IDENTIFICATION	JAUNE	ROUGE	VERT	BLEU	NOIR	SANS COULEUR
Nombre d'animaux	13	13	13	13	13	13
Type de phosphate	Taïba	Taïba	Thiès	Thiès	Poudre d'os	-
Quantité	50g	50g	50g	100g	65g	-
Mode de distribution	Conti- nu	Dis- continu	Conti- nu	Conti- nu	Conti- nu	-

L'examen des dents et la surveillance de l'apparition des lésions dentaires se font en même temps que l'examen des os et des articulations. ces examens des dents sont notés selon les conventions indiquées par (G) MILHAUD et (J.C.) GODFRAIN (32) :

- 0 : Dent normale ;
- 1 : Effet douteux ;
- 2 : Effet léger : opacification légère de l'émail ;
- 3 : Effet modéré . opacification forte de l'émail, craquelé et strié ;
- 4 : Effet marqué : émail craquelé, érodé, portant de petites taches brunes ;
- 5 : Effet excessif : larges érosions de l'émail, grandes taches noires, usure excessive de la dent.

### 1.2.3. - Examens de laboratoire

Les examens de laboratoire sont effectués au laboratoire d'analyse de biochimie de l'Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.), à l'aide d'un spectrophotomètre BECKMAN DU - 6 U.V. - VIS par la méthode colorimétrique suivant les indications du fabricant avec les réactifs BIOMERIEUX.

## 2 - ANALYSE STATISTIQUE

Les calculs statistiques ont été effectués sur l'ordinateur MACINTOSH de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse grâce au programme STAT WORK.

Les comparaisons des moyennes ont été réalisées à l'aide des méthodes paramétriques (test de Student) ou non paramétriques (test de Mann et Whitney) selon que la distribution du constituant est gaussienne (normale) ou non.

TROISIEME CHAPITRE



17 ES RESULTATS



Dans ce chapitre, nous présenterons dans un premier temps les résultats des observations cliniques des animaux, puis dans un second temps, nous donnerons les résultats des différents dosages que nous avons effectués.

## A - EXAMENS CLINIQUES DES ANIMAUX ET ETUDE DES LESIONS DENTAIRES

Les animaux sont en bon état général, aucune lésion osseuse n'est observée. Un animal du lot 1 et un autre du lot 4 ont présenté au mois de Janvier 1988 chacun une tuméfaction non douloureuse, pour le premier siégeant au niveau de la région sous orbitaire droite, et pour le deuxième située au niveau de la mâchoire inférieure. Ces lésions ont regressé à la suite d'un traitement avec un anti-inflammatoire.

Concernant l'étude des lésions dentaires, aucun animal n'a présenté de lésions des dents pouvant être liées avec certitude à une éventuelle intoxication par le fluor contenu dans les phosphates naturels. Toutefois, quelques animaux ont montré une coloration brune très discrète au niveau des incisives.

## B - RESULTATS BIOCHIMIQUES

Le nombre total d'analyses ayant servi à l'établissement de ce travail est de 1764. Compte tenu du fait que les résultats obtenus ne présentent aucune différence significative entre les différents lots à l'intérieur d'un même mois, nous donnerons ces résultats par mois (Juin à Janvier) sans tenir compte des différents lots.

### 1 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET CHLORE PENDANT PENDANT LE MOIS DE JUIN

#### 1.1. - Le phosphore (tableau n°9)

La moyenne des valeurs observées est de 2,13mmol/l. On note une faible dispersion (15,49p.100) des valeurs autour de cette moyenne.

#### 1.2. - Le calcium (tableau n°9)

L'observation des valeurs montre une moyenne de 2,49mmol/l avec une dispersion de 14,05p.100 autour de cette moyenne.

1.3. - Le sodium (tableau n°9)

La moyenne observée sur l'ensemble de l'effectif de Juif<sup>n</sup> est de 146,90mmol/l.

Les valeurs de cet élément présentent une dispersion (5,35p.100) plus faible que celle du phosphore et du calcium.

1.4. - Le potassium (tableau n°9)

La moyenne calculée est de 5,88 mmol/l. On note une dispersion de 14,96p.100 autour de cette moyenne.

1.5. - Le chlore (tableau n°9)

On observe une moyenne de 101,30mmol/l. Cet élément présente la plus faible dispersion (4,34p.100) autour de cette moyenne.

2 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS DE JUILLET

2.1. - Le phosphore (tableau n°10)

La moyenne calculée sur l'ensemble de l'effectif est de 2,10mmol/l. On note une faible dispersion (14,76p.100) autour de cette moyenne.

2.2. - Le calcium (tableau n°10)

On observe une moyenne de 2,56mmol/l. Autour de cette moyenne, on a une dispersion de 9,37p.100 ; plus faible que celle du phosphore.

TABLEAU n°9 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU  
SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE  
MOIS DE JUIN

( ELEMENTS	( n	( $\bar{x}$	( s	( Coef.
(	(	( Moyenne	( Ec.-T.	( var. c.v
( PHOSPHORE	( 43	( 2,13	( 0,33	( 15,49
( -----	( -----	( -----	( -----	( -----
( CALCIUM	( 74	( 2,49	( 0,35	( 14,05
( -----	( -----	( -----	( -----	( -----
( SODIUM	( 74	( 146,90	( 7,86	( 5,35
( -----	( -----	( -----	( -----	( -----
( POTASSIUM	( 74	( 5,88	( 0,88	( 14,96
( -----	( -----	( -----	( -----	( -----
( CHLORE	( 74	( 101,30	( 4,40	( 4,34
( -----	( -----	( -----	( -----	( -----

2.3. - Le sodium (tableau n°10)

La moyenne observée sur l'ensemble de l'effectif est de 146,90mmol/l. Cet élément présente une très faible dispersion (5,09p.100) autour de cette moyenne.

2.4. - Le potassium (tableau n°10)

On note une moyenne de 4,53mmol/l sur l'ensemble de l'effectif de Juillet. Autour de cette moyenne, on observe une dispersion de 10,15p.100 qui est plus élevée que celles du calcium et du sodium.

2.5. - Le chlore (tableau n°10)

Sur l'ensemble de l'effectif, la moyenne calculée est de 97,12mmol/l. On note une dispersion de 4,60p.100) autour de cette moyenne. Cet élément présente la plus faible dispersion de tous les autres éléments.

3 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS D'AOUT

3.1. - Le phosphore (tableau n°11)

La moyenne observée sur l'ensemble de l'effectif du mois d'Août est de 2,09mmol/l. On note une dispersion de 14,35p.100 autour de cette moyenne.

3.2. - Le calcium (tableau n°11)

On note une moyenne de 2,54mmol/l sur l'ensemble de l'effectif. La dispersion (7,48p.100) autour de la moyenne de ce macroélément est plus faible que celle du phosphore.

TABLEAU n°10 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU  
SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE  
MOIS DE JUILLET

ELEMENTS	n	$\bar{x}$	s	c.v.
PHOSPHORE	20	2,10	0,31	14,76
CALCIUM	33	2,56	0,24	9,37
SODIUM	33	143,5	7,31	5,09
POTASSIUM	33	4,53	0,46	10,15
CHLORE	33	99,12	4,60	4,73

3.3. - Le sodium (tableau n°11)

La moyenne calculée est de 142,10mmol/l. Autour de cette moyenne, on note une dispersion très faible (5,65p.100).

3.4. - Le potassium (tableau n°11)

Le traitement des valeurs observées montre une moyenne de 5,36mmol/l avec une dispersion de 13,24p.100 autour de cette moyenne.

3.5. - Le chlore (tableau n°11)

La moyenne calculée est de 99,79mmol/l. On note une très faible dispersion (5,28p.100) autour de cette moyenne. Cet élément présente la dispersion la plus faible, par rapport aux autres.

4 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM,  
DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE

4.1. - Le phosphore (tableau n°12)

La moyenne observée sur l'ensemble de l'effectif est de 2,46mmol/l avec une dispersion de 15,04p.100 autour de cette moyenne.

4.2. - Le calcium (tableau n°12)

La moyenne calculée est de 2,64mmol/l. On note une faible dispersion (7,95p.100) autour de cette moyenne.

TABLEAU n°11 : DISTRIBUTION DE PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS D'AOUT

ELEMENTS	n	$\bar{x}$	s	c.v.
PHOSPHORE	33	2,09	0,30	14,35
CALCIUM	33	2,54	0,19	7,48
SODIUM	33	142,10	8,04	5,65
POTASSIUM	33	5,36	0,71	13,24
CHLORE	33	99,79	5,27	55,28

#### 4.3. - Le sodium (tableau n°12)

Sur l'ensemble de l'effectif, on a obtenu une moyenne de 141,80mmol/l avec une dispersion de 4,11p.100 autour de cette moyenne.

#### 4.4. - Le potassium (tableau n°12)

La moyenne observée est de 5,25mmol/l. On note une dispersion faible (12p.100) autour de cette moyenne.

#### 4.5. - Le chlore (tableau n°12)

La moyenne calculée sur l'ensemble de l'effectif du mois de Septembre est de 100mmol/l. Ce macro-élément présente la plus faible dispersion (3,64p.100) autour de cette moyenne.

### 5 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE

#### 5.1. - Le phosphore (tableau n°13)

La moyenne observée sur l'ensemble de l'effectif est de 2,50mmol/l avec une dispersion de 10,80p.100 autour de cette moyenne.

#### 5.2. - Le calcium (tableau n°13)

La moyenne calculée est de 2,56mmol/l. Autour de cette moyenne, ce macro-élément présente une dispersion (7,81p.100) faible par rapport à celle du phosphore.

TABLEAU n°12 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE

ELEMENTS	n	$\bar{x}$	s	c.v.
PHOSPHORE	27	2,46	0,37	15,04
CALCIUM	27	2,64	0,21	7,95
SODIUM	27	141,80	5,84	4,11
POTASSIUM	27	5,25	0,63	12,00
CHLORE	27	100	3,64	3,64

5.3. - Le sodium (tableau n°13)

L'analyse des valeurs obtenues nous donne une moyenne de 141,50mmol/l avec une dispersion de 5,35p.100 autour de cette moyenne.

5.4. - Le potassium (tableau n°13)

La moyenne observée sur l'ensemble de l'effectif est de 5,16mmol/l avec une dispersion de 16,27p.100 autour de cette moyenne.

5.5. - Le chlore (tableau n°13)

L'examen des valeurs obtenues donne une moyenne de 98,09mmol/l. Cet élément présente la plus faible dispersion (4,73p.100) autour de la moyenne.

6 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE

6.1. - Le phosphore (tableau n°14)

La moyenne des valeurs observées est de 2,33mmol/l. On note une dispersion de 10,80p.100 autour de cette moyenne.

6.2. - Le calcium (tableau n°14)

La moyenne calculée est de 2,44mmol/l sur l'ensemble de l'effectif. Cet macro-élément présente une dispersion (8,19p.100) plus faible que celle du phosphore.

TABLEAU n°13 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU  
SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE  
MOIS D'OCTOBRE

ELEMENTS	n	$\bar{x}$	s	c.v.
PHOSPHORE	64	2,50	0,27	10,80
CALCIUM	64	2,56	0,20	7,81
SODIUM	64	141,5	7,58	5,35
POTASSIUM	64	5,16	0,84	16,27
CHLORE	64	98,09	4,64	4,73

### 6.3. - Le sodium (tableau n°14)

La moyenne obtenue sur l'ensemble de l'effectif de Novembre est de 144mmol/l avec une dispersion très faible (5,27p.100) autour de cette moyenne.

### 6.4. - Le potassium (tableau n°14)

La moyenne calculée sur l'ensemble de l'effectif est de 4,65mmol/l. Autour de cette moyenne, on a une dispersion de 10,53p.100.

### 6.5. - Le chlore (tableau n°14)

L'analyse des valeurs obtenues donne une moyenne de 101,2mmol/l avec une dispersion de 5,19p.100 autour de cette moyenne.

## 7 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS DE DECEMBRE

### 7.1. - Le phosphore (tableau n°15)

La moyenne des valeurs observées sur l'ensemble de l'effectif est de 2,43mmol/l. On note une dispersion de 11,93p.100 autour de cette moyenne

### 7.2. - Le calcium (tableau n°15)

La moyenne calculée est de 2,34mmol/l avec une dispersion de 8,54p.100 autour de cette moyenne.

### 7.3. - Le sodium (tableau n°15)

L'analyse des valeurs observées donne une moyenne de 140,2mmol/l sur l'ensemble de l'effectif avec une faible dispersion de 5,32p.100 autour de cette moyenne.

TABLEAU n°14 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU  
SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE  
MOIS DE NOVEMBRE

ELEMENTS	n	x	s	c.v.
PHOSPHORE	39	2,33	0,31	13,30
CALCIUM	39	2,44	0,20	8,19
SODIUM	39	144	7,60	5,27
POTASSIUM	39	4,65	0,49	10,53
CHLORE	39	101,2	5,26	5,19

7.4. - Le potassium (tableau n°15)

La moyenne calculée sur l'ensemble de l'effectif est de 5,55mmol/l avec une dispersion de 11,71p.100 autour de cette moyenne.

7.5. - Le chlore (tableau n°15)

La moyenne observée est de 96,56mmol/l. On note que cet élément présente la dispersion (4,71p.100) la plus faible par rapport aux autres.

8 - DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE MOIS DE JANVIER

8.1. - Le phosphore (tableau n°16)

La moyenne calculée est de 2,49mmol/l. On note une dispersion de 18,07p.100 autour de cette moyenne.

8.2. - Le calcium (tableau n°16)

L'analyse des valeurs observées donne une moyenne de 2,39mmol/l avec une dispersion des valeurs (6,27p.100) plus faible que celle observée sur le phosphore.

8.3. - Le sodium (tableau n°16)

La moyenne de valeurs observées est de 142mmol/l. On note une dispersion des valeurs de 3,38p.100 autour de cette moyenne.

TABLEAU n°15 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU  
SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE  
MOIS DE DECEMBRE

ELEMENTS	n	$\bar{x}$	s	c.v.
PHOSPHORE	32	2,43	0,29	11,93
CALCIUM	32	2,34	0,20	8,54
SODIUM	32	140,2	7,46	5,32
POTASSIUM	32	5,55	0,65	11,71
CHLORE	32	96,56	4,55	4,71

8.4. - Le potassium (tableau n°16)

Les valeurs obtenues donnent une moyenne de 5,06mmol/l avec une dispersion des valeurs de 11,26p.100 autour de cette moyenne.

8.5. - Le chlore (tableau n°16)

La moyenne calculée est de 96,47p.100. Cet élément présente la plus faible dispersion (3,33p.100) par rapport aux autres éléments.

TABLEAU n°16 : DISTRIBUTION DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU  
SODIUM, DU POTASSIUM ET DU CHLORE PENDANT LE  
MOIS DE JANVIER

ELEMENTS	n	$\bar{x}$	s	C.V.
PHOSPHORE	36	2,49	0,45	18,07
CALCIUM	36	3,39	0,15	6,27
SODIUM	36	142	4,80	3,38
POTASSIUM	36	5,06	0,57	11,26
CHLORE	36	96,47	3,22	3,33

TABLEAU n°17 : RECAPITULATIF DES MOYENNES ET ECARTS-TYPES  
DU PHOSPHORE, DU CALCIUM, DU SODIUM, DU  
POTASSIUM ET DU CHLORE EN FONCTION DU MOIS

	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Phosphore	2,13 + 0,33	2,10 + 0,31	2,09 + 0,30	2,46 + 0,37	2,50 + 0,27	2,33 + 0,31	2,43 + 0,29	2,49 + 0,45
Calcium	2,49 + 0,35	2,56 + 0,24	2,54 + 0,19	2,64 + 0,21	2,56 + 0,20	2,44 + 0,20	2,34 + 0,20	2,39 + 0,15
Sodium	146,90 + 7,36	143,50 + 7,31	142,10 + 8,04	141,80 + 5,84	141,50 + 7,58	144 + 7,60	140,20 + 7,46	142 + 4,80
Potassium	5,88 + 0,88	4,53 + 0,46	5,36 + 0,71	5,25 + 0,63	5,16 + 0,84	4,65 + 0,49	5,55 + 0,63	5,06 + 0,57
Chlore	101,30 + 4,40	99,12 + 4,60	99,79 + 5,27	100,00 + 3,64	98,09 + 4,64	101,20 + 5,26	96,56 + 4,55	96,47 + 3,22

QUATRIEME CHAPITRE

=====

II) DISCUSSIONS

\_\_\_\_\_

X  
XXX  
X

Dans ce dernier chapitre, nous allons aborder successivement la critique de la méthode que nous avons utilisée, l'examen clinique des animaux, l'évolution des lésions dentaires et enfin les résultats biochimiques présentés pour chaque élément par un graphique.

## 1 - CRITIQUE DE LA METHODE

### 1.1. - Les prélèvements

C'est la phase la plus délicate de notre travail. En effet, les conditions de travail sur le terrain rendent souvent difficile la préparation des sérums dans les délais convenables ; ce qui peut être préjudiciable à l'interprétation correcte des résultats. De même, il n'a pas été aisé, compte tenu des impératifs de transport de réunir à tout moment toutes les conditions jusqu'au lieu d'analyse.

### 1.2. - Les analyses

Toutes les analyses ont été effectuées au laboratoire du département de physique et chimie biologiques et médicales de l'E.I.S.M.V. de Dakar, à l'aide d'un spectrophotomètre BECMAN D.U.6. U.V. visible, et avec des réactifs de BIOMERIEUX.

## 2 - EXAMENS CLINIQUES DES ANIMAUX ET EVOLUTION DES LESIONS DENTAIRES

Durant toute l'expérimentation, les animaux ont présenté un bon état général. Aucune lésion pouvant être rattachée à une intoxication au fluor n'a été décelée. Quelques animaux ont présenté une discrète coloration brune au niveau des incisives. Cependant, leur localisation sur les pinces (rarement atteintes) et la non uniformité de cette coloration à la dent entière font penser à des dépôts de fluor d'origine alimentaire.

Ces observations concordent avec celles faites par NDIAYE (34) sur des Gobra âgés de 17 mois en moyenne.

### 3 - RESULTATS BIOCHIMIQUES

#### 3.1. - Evolution de la phosphatémie

(graphique n°1a)

Durant la période de supplémentation, on note aucune différence significative entre les mois. Les moyennes que nous avons obtenues varient de  $2,13 \pm 0,33$  à  $2,49 \pm 0,45$  mmol/l. Ces résultats concordent avec ceux de CALVET ET FRIOT (8) observés sur des animaux de race Gobra au Sénégal ( $2,50$ mmol/l).

Par contre pendant la période d'hivernage, l'influence de la saison est nettement marquée. La phosphatémie passe de  $2,10$  avec supplémentation à  $2,50$ mmol/l sans supplémentation. Ceci confirme les travaux de FRIOT et CALVET (1973) qui ont montré l'impact de la saison sur la phosphatémie au Sénégal.

#### 3.2. - Evolution de la calcémie

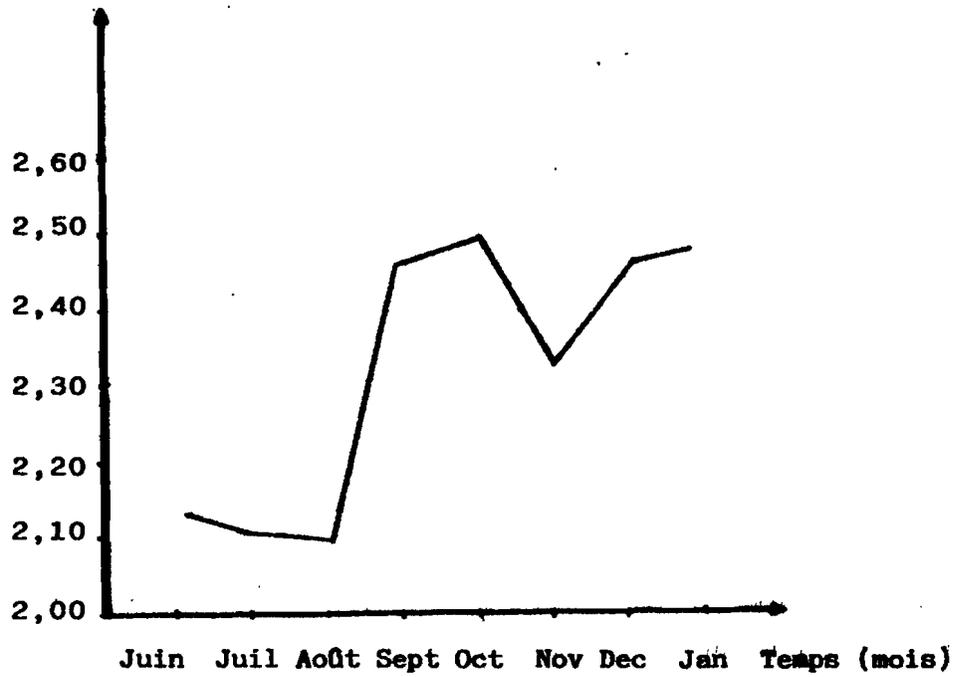
(graphie n°1b)

La complémentation ne semble pas avoir eu un effet important sur la calcémie. Les analyses statistiques montrent des différences non significatives entre les différents mois de complémentation. Par contre l'influence de la saison est très nette. La calcémie augmente rapidement pendant le mois d'Août où elle atteint son maximum en Septembre, puis chute progressivement jusqu'en Décembre en dépit de la complémentation pendant les mois de Novembre et Décembre.

Toutefois, considérés dans l'ensemble, nos résultats concordent avec ceux de NDIAYE (34). Comparés aux travaux de BANGANA (1) sur le zébu Azawak (sans complémentation), les calcémies moyennes que nous avons obtenues pendant la période d'hivernage (sans complémentation) sont légèrement supérieures ( $2,54 - 2,64$ mmol/l). Elles concordent avec les travaux de SAWADOGO et THOUVENOT (38).

GRAPHIQUE n°1a : VARIATION MENSUELLE DE LA  
PHOSPHATEMIE MOYENNE

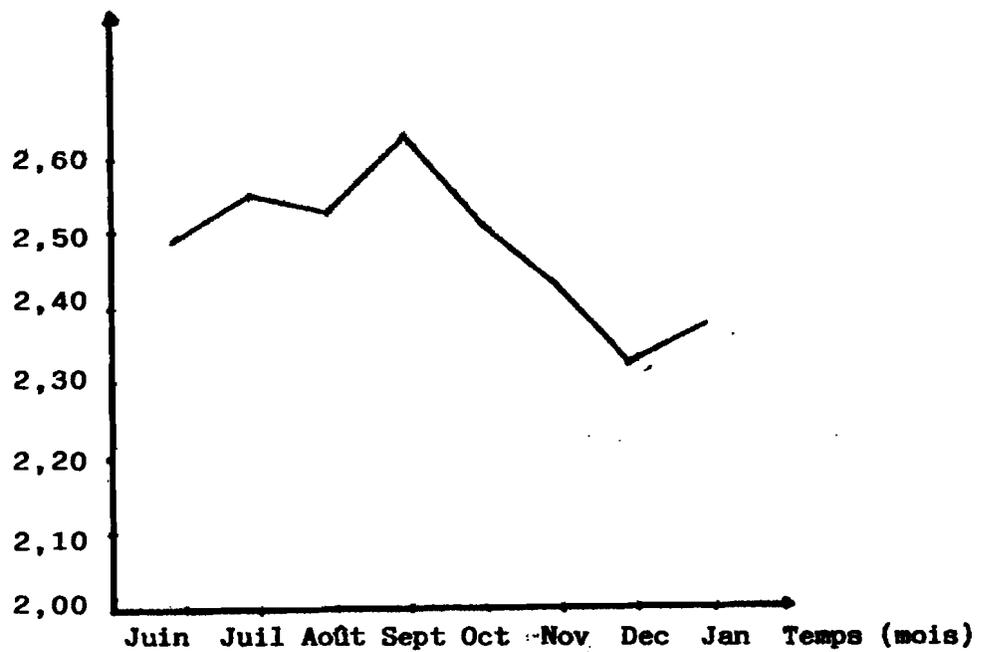
Concent.  
(mmol/l)



Hivernage

GRAPHIQUE n°1b : VARIATION MENSUELLE DE LA  
CALCEMIE MOYENNE

Concent.  
(mmol/l)



Hivernage

### 3.3. - Evolution de la natrémie

(graphique n°2a)

La bibliographie donne des moyennes de 3200 à 3800mg/l chez les zébus européens, 3401mg/l  $\pm$  15 chez le Gobra au Sénégal (FRIOT et coll. 1973). Les résultats que nous avons obtenus (142 à 146,90mmol/l) convertis en milligramme par litre se situent dans ces normes.

Il apparaît ainsi que malgré la complémentation en phosphates naturels, aucune perturbation de la natrémie n'est enregistrée.

L'évolution de la natrémie dans le temps montre une chute rapide de la concentration aussitôt après administration des phosphates naturels. La natrémie passe de 146,90mmol/l en Juin à 142,10mmol/l en Août. L'influence de la saison qui a été signalée par CALVET et coll. (1972), se remarque sur le graphique n°2a particulièrement entre Octobre et Décembre.

La complémentation ne semble pas avoir eu un effet marqué sur la natrémie en dehors des fluctuations saisonnières qui confirment les travaux de CALVET et FRIOT (7).

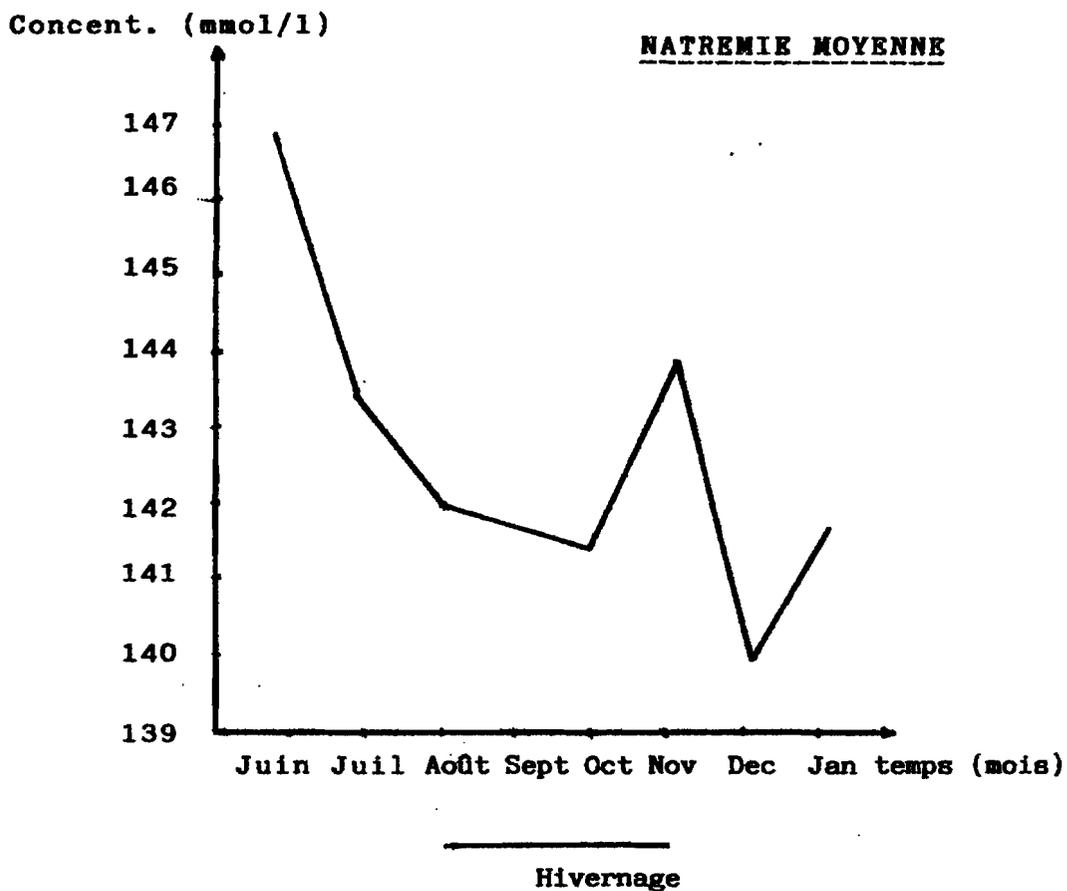
### 3.4. - Evolution de la kaliémie

(graphique n°2b)

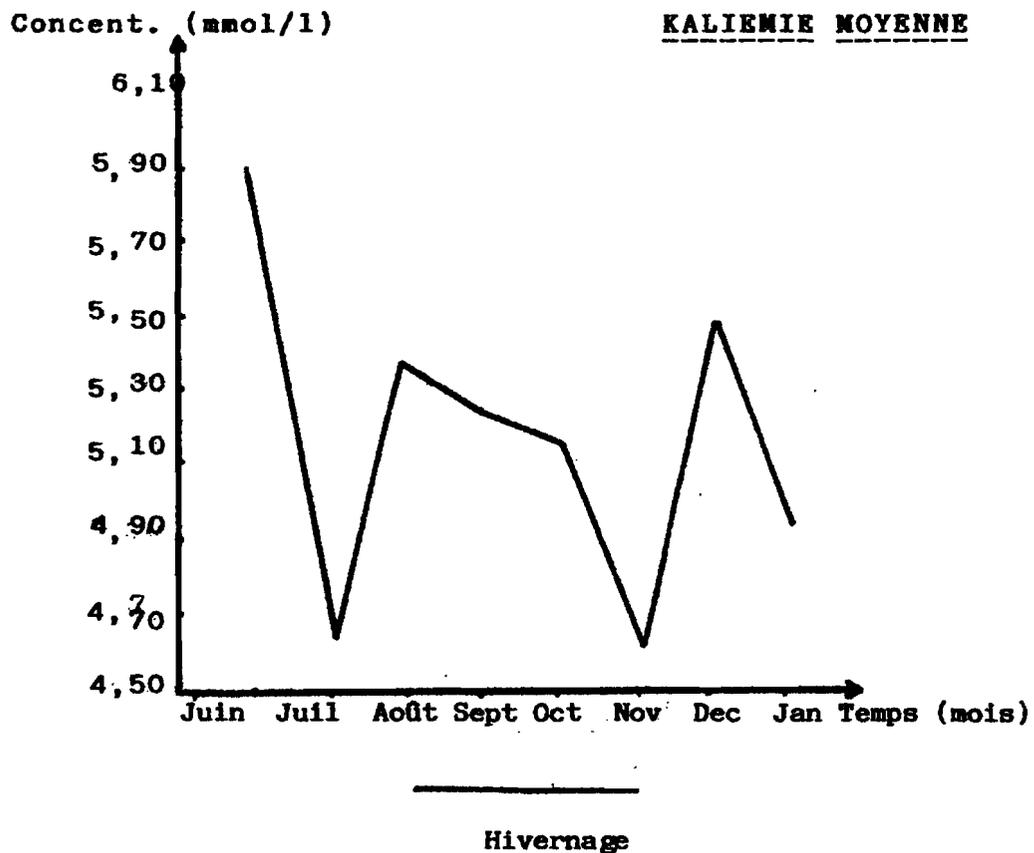
Les moyennes européennes exprimées en mg/l varient entre 150 à 230mg/l (CALVET, 1973). En 1972, CALVET et FRIOT (8) dans leurs travaux sur la supplémentation minérale sur des zébus Gobra au Sénégal ont obtenu des moyennes situées entre 160,70 à 173,1mg/l. Nos résultats se situent dans ces normes après reconversion en milligramme par litre de sérum.

Le graphique n° montre qu'après administration des phosphates naturels, la kaliémie passe de 5,88mmol/l à 4,53mmol/l en Juillet. Pendant l'hivernage, après une remontée de la kaliémie en Août (5,36mmol/l), celle-ci décroît jusqu'à atteindre 4,65mmol/l en Novembre avant de remonter par la suite.

GRAPHIQUE n°2a : VARIATION MENSUELLE DE LA



GRAPHIQUE n°2b : VARIATION MENSUELLE DE LA



Ces différentes fluctuations ne semblent pas être en relation avec la complémentation mais plutôt en rapport avec la saison.

### 3.5. - Evolution de la chlorémie (graphique n°3)

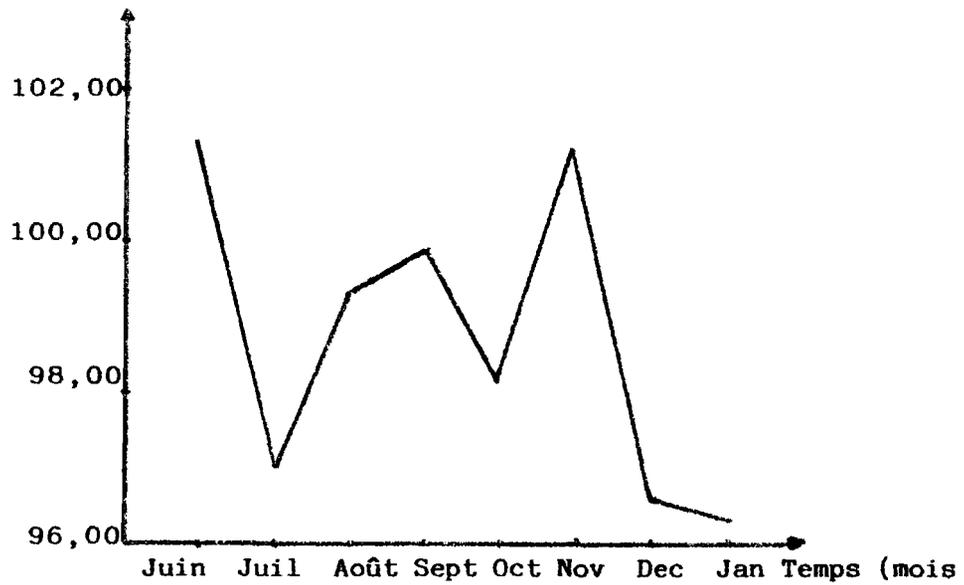
En l'absence des données sur l'évolution de la chlorémie à la suite d'une complémentation minérale, nous nous sommes vu obligé de comparer nos résultats (96,47 à 101,30mmol/l) avec des normes sériques obtenues sans supplémentation minérale.

C'est ainsi que BANGANA (1) dans son étude sur le zébu Azawak au Niger donne une moyenne de 81,30mmol/l. ROSENBERGER (36) signale chez les bovins non tropicaux une moyenne comprise entre 90 et 100mmol/l. Malgré la complémentation minérale, les moyennes que nous avons obtenues (96,47 à 101,30mmol/l) concordent avec les normes européennes de ROSENBERGER mais sont par contre supérieures à celles de BANGANA. Nos résultats sont aussi identiques à ceux de SAWADOGO et THOUVENOT (38).

Le graphique n°3 montre l'évolution de la chlorémie en fonction du temps.

GRAPHIQUE n°3 : VARIATION MENSUELLE DE LA  
CHLOREMIE MOYENNE

Concent. (mmol/l)



Hivernage

Au terme de ce chapitre, il apparaît que malgré la complémentation en phosphates naturels, les valeurs moyennes que nous avons obtenues pour les cinq éléments biochimiques qui ont fait l'objet de cette étude ne présentent pas de différences significatives avec les normes sériques dont fait mention la bibliographie..

IT ONCLUSION GENERALE  
=====

X  
XXX  
X

La rareté des fourrages et leur faible teneur en éléments minéraux font que les animaux souffrent une grande partie de l'année, d'une polycarence minérale particulièrement en saison sèche. Les carences en phosphore occupent une place importante dans cette situation.

Le coût élevé des minéraux importés destinés à l'alimentation animale rend prohibitive la vulgarisation de la complémentation minérale.

Avec la diversité des phosphates naturels sénégalais, il nous a semblé important de faire le point sur leur qualité nutritive pour l'alimentation animale.

L'expérimentation a porté sur des taurillons âgés de 12 à 20 mois. Elle a couvert la période de Juin 1987 à Janvier 1988. Les animaux au nombre de 78 ont été répartis en 6 lots dont un lot témoin. Les lot 1 et 2 ont reçu des phosphates naturels provenant de Taïba. Les lots 3 et 4 ont consommé des phosphates naturels de Thiès. Le lot 5 est alimenté par de la poudre d'os.

Mensuellement des prélèvements de sang sont effectués ainsi que l'examen clinique des animaux. Les résultats suivants ont été obtenus :

- Durant la période de l'expérimentation, aucune pathologie relative à une éventuelle intoxication minérale n'a été observée.

- Aucune lésion dentaire pouvant être rattachée à la fluorose n'a été notée en dehors d'une coloration discrète brune sur les incisives de certains animaux. Cette coloration est consécutive à un dépôt de fluor d'origine alimentaire.

- Les constituants minéraux sériques que nous avons dosés comme le phosphore, le calcium, le sodium, le potassium et le chlore n'ont pas présenté de différences significatives par rapport aux normes sériques de ces éléments dont fait mention la bibliographie.

Il apparaît donc au terme de cette étude que malgré la teneur en fluor des phosphates naturels du Sénégal, leur utilisation dans l'alimentation animale à titre de complémentation minérale, notamment pendant la saison sèche, peut être effective sans crainte d'avoir des répercussions néfastes sur l'état sanitaire des animaux.

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

=====

- 1 - BANGANA (I.),  
Contribution à la connaissance des valeurs sériques  
de certains macro-éléments (P, Ca, Cl, Mg) chez le  
zébu Azawak âgé de 1 à 6 mois.  
Th. : Méd. Vét. : Dakar, 1987, n°5.
  
- 2 - BEZILLE (P.), HADDAD (O.) et BRAUN (J.-P.),  
Influence du régime alimentaire sur les valeurs  
usuelles des principaux paramètres hématologiques  
et biochimiques du mouton.  
Biologie prospective - 5e colloque international,  
Pont-à-Manson, 1983 ; 1127-1129.
  
- 3 - BOUCHET (J.-P.), GUECUEN (L.),  
Particularités de la nutrition minérale.  
Bull. Tech. CRZV, Theix, 1983, (53) ; 85-99.
  
- 4 - BOUDARINE (B.),  
Contribution à l'étude de quelques paramètres bio-  
chimiques chez les ovins en zone Darmaous.  
Th.: Méd. Vét. : Rabat, 1979, n°13.
  
- 5 - CALVET (H.),  
Les maladies nutritionnelles du bétail en Afrique  
noire.  
Econ. et Méd. Anim., Mars-Avril, 1971, 12 (2),  
63-67.
  
- 6 - CALVET (H.),  
Le botulisme animal au Nord Sénégal.  
Econ. et Méd. Anim., Mars-Avril 1971, 12 (2), 119-129.

- 7 - CALVET (H.) et FRIOT (D.),  
Etude complémentaire sur les carences minérales  
rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1971, 24 (3) ; 393-407.
- 8 - CALVET (H.), FRIOT (D.) et CHAMBRON (J.),  
Influence des supplémentation minérales sur le croît  
et sur certains témoins biochimiques du métabolisme  
minéral chez les bovins tropicaux.  
Rév. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1972, 25 (3), 397-408.
- 9 - CALVET (H.), FRIOT (D.) et GUEYE (I.S.),  
Supplémentations minérales, alimentaires et pertes  
de poids des zébus sahéliens en saison sèche.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1976, 29 (1), 59-66.
- 10 - CHOMIENNE (A.),  
Etude expérimentale et essais de traitement d'une  
forme de fluorose bovine.  
Th.: Méd. Vét. Lyon, 1964, n°23.
- 11 - CRETON (B.B.),  
Contribution à l'étude du métabolisme phospho-calcique  
du chien.  
Th.: Méd. Vét., Alfort, 1976, n°76.
- 12 - CROMBET (M.),  
Etude expérimentale de la fluorose caprine.  
Th.; Méd. Vét. Alfort, 1980, n°18.
- 13 - DERIVAUX (J.) et LIEGEOIS (F.),  
Toxicologie vétérinaire.  
Paris, Vigot et Frères, 1962, 332p.

- 14 - DIALLO (I.) GUERIN (H.), MBAYE (N.) et al.,  
Effet du niveau de la complémentation minérale et azotée sur la productivité des troupeaux naisseurs de la zone sylvo-pastorale.  
Dakar, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (Zoovéto), rapport annuel, 1982. - 14p.
- 15 - DIALLO (i.), NGOMA (A.) et DIOP (B.),  
Utilisation des B.M.U. comportant trois sources de phosphates naturels (Thiès, Taïba, Matam) dans un essai de complémentation destiné à des génisses Gobras en élevage extensif.  
I.S.R.A. : C.R.Z., Dahra, 1984. - 13p.
- 16 - DIALLO (I.), SOW (R.), NGOMA (A.) et al.,  
Complémentation des taurillons Gobra en extensif : influence et intérêt du niveau alimentaire sur les performances de croissance.  
I.S.R.A. ; C.R.Z., Dahra, Juin 1984. - 6p.
- 17 - FARDEAU (J.H.),  
Les compléments minéraux chez la vache laitière.  
Th.: Méd. Vét. Toulouse, 1979, n°80.
- 18 - FAVRE (B.) et CALVET (H.),  
Perspectives sur l'alimentation rationnelle des veaux au Sénégal et en zone sahélienne.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1976, 29, (4), 353-366.
- 19 - FAYE (B.),  
Contribution à la connaissance des valeurs de la protéinémie totale et de ses différentes fractions chez le zébu Gobra du Sénégal (influence de l'âge et du sexe).  
Th.: Méd. Vét., Dakar, 1986, n°10.

- 20 - FAYE (G.), GRILLET (C.) et ABEBE (T.)  
Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en Ethiopie.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1986, 39 (2), 227-237.
- 21 - FRIOT (D.) et CALVET (H.),  
Biochimie et élevage au Sénégal.  
Rev. Elev. Méd. Vét., Pays Trop., 8e Journées Médicales de Dakar (Sénégal), Avril 1974, Communication du Programme Vétérinaire, 75a - 98a.
- 22 - GAULIER (R.),  
Etude biochimique, biophysique et cytologique de zébus malgaches (animaux d'abattoirs).  
Rev. Elev. Med. Vét. Pays Trop., 1970, 23 (4), 469-477.
- 23 - GOURARI (N.),  
Aphosphorose des bovins : contribution à l'étude de son étiologie et de ses conséquences économiques et pathologiques.  
Th.: Méd. Vét. Lyon, 1975, n°14.
- 24 - GUEGUEN (L.),  
Valeur comparée des phosphates minéraux comme sources de phosphore pour les animaux.  
Ann. Zootechnie, 1961, 10 (3), 177-196.
- 25 - GUEGUEN (L.) et MATHIEU (C.),  
L'utilisation des éléments minéraux de la ration par le veau. Influence de l'apport phospho-calcique.  
Ann. Zootechnie, 1965, 14 (3), 231-245.
- 26 - KESSABI (M.),  
Métabolisme et biochimie toxicologique du fluor.  
Une revue.  
Rec. Méd. Vét., 1984, 135, 497-510.

- 27 - KESSABI (M.), BOUDARINE (B.), BRAUN (J.-P.) et al.,  
Serum biochemical effects of fluorid in sheep of  
the Darmons area.  
Vét. and Human Toxicol., 1983, 16 (4), 214-219.
- 28 - KESSABI (M.), KHOUZAIMI (M.) et BRAUN (J.-P.),  
Serum biochemical effects of fluorid on cattle in  
the Darmons area.  
Vet. and Human toxicol., 1983, 25 (6), 403-406.
- 29 - KUMARRESAN (A) et NDINGUAWA (D.),  
Influence of age and pregnancy on serum calcium,  
inorganic phosphorus and alkaline phosphatase activity  
in red Sokoto goats.  
Rev. Elv. Med. Vet. Pays Trop., 1984, 37 (4), 477-481.
- 30 - MATHUR (C.R.), REDDY (C.V.) et SIDDIQUI (S.M.),  
Effect of dietary calcium and phosphorus levels on  
bone mineralization, serum levels and their retention.  
Indian Vet. Journal, 1983, (60), 215-220.
- 31 - Mc DOWELL (L.R.), CONRAD (J.H.), ELLIS (G.L.), et al.,  
Minerals for grazing ruminants in tropical regions.  
Gainesville, University of Florida (Center for Tropical  
Agriculture) ; USAID, 1983. - 86p.
- 32 - MILHAUD (G.) et GODFRAIN (J.C.),  
La fluorose bovine d'origine industrielle.  
Rec. Méd. Vét., 1975, 191 (5), 265-272.
- 33 - MOURAD (I.),  
Contribution à l'étude de la fluorose : comparaison  
des volumes des dents au sein d'une population liba-  
naise au Sénégal.  
Th., Chir. Dent., Dakar, 1983, 14.
- 34 - NDIAYE (V.),  
Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation  
des bovins tropicaux : cas du Sénégal.  
Th., Méd., Vét., Dakar, 1985, n°21.

- 35 - NDONG (B.),  
Exploitation du lait et des produits laitiers au  
Sénégal.  
Th., Méd. Vét., Dakar, 1982, n°22.
- 36 - ROSENBERGER (G.),  
Examen clinique des bovins.  
Paris, Ed., Point Vétérinaire, 1979.
- 37 - SAWADOGO, (G.J.),  
Complémentation en phosphore de l'alimentation du  
bétail en élevage extensif sahélien.  
Dakar, EISMV : Département de Physiques et Chimie  
Biol. et Méd., rapport sur l'état d'avancement des  
travaux, période 1987-1988, Oct. 87, 8p.
- 38 - SAWADOGO (G.J.) et THOUVENOT (J.-P.),  
Enzymes, principaux constituants minéraux et organi-  
ques sériques chez le zébu Gobra du Sénégal. Effets  
de l'âge et du sexe.  
Rev. Méd. Vét., 1987, 138 (5), 443-446.
- 39 - SCHWARTZ (D.) et LAZARD (P.),  
Eléments de statistique médicale et biologique.  
Paris, Flammarion, 1978. - 145p.
- 40 - SENEGAL - Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
(I.S.R.A.). Projet d'étude des phosphates naturels  
dans l'alimentation du bétail.  
Dakar, LNERV, 1987 . - 19p.
- 41 - SERRES (H.) et BERTAUDIÈRE (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.

- 42 - THIONGANE (Y.),  
Contribution à l'étude de l'alimentation minérale  
des bovins au Sénégal. "Les macro-éléments".  
Th., Méd. Vét., Dakar, 1982, n°23.
- 43 - ZOUAGUI (H.),  
Contribution à l'étude de la fluorose chez les  
grands et les petits ruminants au Maroc.  
Th., Méd. Vét. Toulouse, 1973, n°53.
- 44 - ZUNDELL (G.),  
Critique de la thèse de E.W. ALTHER.  
"Recherches chimiques et biologiques sur la fluorose  
chez les boeufs".  
Rec. Méd., Vét., 1963, 139, 59-67.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR.

----- 00000000 -----

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

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

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE

S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE".

Le Candidat

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

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

VU  
LE DOYEN  
de la Faculté de Médecine  
et de Pharmacie

LE PRESIDENT DU JURY

Vu et permis d'imprimer

Dakar, le \_\_\_\_\_

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

E R R A T A

PAGE	:	Lire.....	Au lieu de lire :
MBOUP		taire nos sentiments	faire nos...
VI		. 113	114
		. 115	116
1		. A l'instar des autres pays	.... des pays
		. se préoccuper de	.... entretenir
		. la population intéressée	.... ses projets...
		par ces projets	
		. augmenter	d'augmenter
2		. quinquennal	quinquenal
		. espèce bovine	espèce bovine ?
25		espèce	spèce
		trypsacum	tlypsacum
29		a toujours été	.... était....
		un troupeau de	une ou un...
33		Paramètres de la reproduc- tion	.... production
36 (bis)		carte n° 3	
40		KANZENZE	KANZEMZE
46		Les sols sont peu	le sols
		BCM	B M
49		1FR (Suisse) = 182 F CFA	
--		les reproductions	.... les productions
69		(GnRH) Hormon	Hormun
80		apparaît comme un éleveur	malgré un exploitant
82		ayant donné	avoir
91		de mâles	contre 2907p. de femelles
96		Châtrons	châtons
102		(28)	( )
		son niveau de perception	percepteur
		bénéficiaire	bénéficiare
104		Hygiène (41)	hygiène.
		pour les projets	sur les projets
112		111	112
113		112	113