

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINE VETERINAIRE (E.I.S.M.V.)

Année 1990

N° 7



**ELIMINATION DE FLUOR DANS LES URINES
CHEZ LE ZEBU GOBRA : INFLUENCE DE LA
COMPLEMENTATION EN PHOSPHATES
NATURELS DU SENEGAL**

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

THESE

présentée et soutenue publiquement le 11 Juin 1990 devant la Faculté de Médecine et Pharmacie
de DAKAR pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

NGOANDE Salvador

Président du Jury :
Professeur François DIENG
Rapporteur et Directeur de Thèse :
Professeur Germain Jérôme SAWADOGO

Membres :
Professeur Malang SEYDI
Professeur François Adebayo ABIOLA

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

I. PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

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

2. CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassane	DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Franck	ALLAIRE	Assistant
Nahé	DIOUF (Melle)	Moniteur

3. ECONOMIE-GESTION

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

**4. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES
ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE**

Malang	SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Ibrahima	SALAMI	Moniteur

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi	AKAKPO	Professeur Titulaire
Rianatou	ALAMBEDJI (Mme)	Assistante
DRISSOU-BAPETEL		Moniteur

**6. PARASITOLOGIE-MALADIES
PARASITAIRES-ZOOLOGIE**

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

...

7. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE
ET CLINIQUE AMBULANTE

Théodore	ALOGNINOUIWA	Maître de Conférences Agrégé
Roger	PARENT	Maître-Assistant
Jean	PARENT	Maître-Assistant
Yalacé Y.	KABORET	Assistant
Lucien	MBEURNODJI	Moniteur

8. PHARMACIE -TOXICOLOGIE

François A.	ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Moctar	KARIMOU	Moniteur

9. PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

Alassane	SERF	Professeur Titulaire
Moussa	ASSANE	Maître-Assistant
Mohamadou M.	LAWANI	Moniteur
Lota Dabio	TAMINI	Moniteur

10. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUE ET MEDICALES

Germain Jérôme	SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
Adam	ABOUNA	Moniteur

11. ZOOTECNIQUE-ALIMENTATION

Kodjo	ABASSA	Assistant
Mobinou A.	ALLY	Moniteur

CERTIFICAT PREPARATION AUX ETUDES

VEIK...

W. S. J.

II. PERSONNEL VACATAIRE

- BIOPHYSIQUE

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

- BOTANIQUE - AGRO-PEDOLOGIE

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

III. PERSONNEL EN MISSION (Prévu pour 1989-1990)

- PARASITOLOGIE

Ph.	DORCHIES	Professeur Université de Louvain
L.	NILANI	Professeur Université d'Abidjan (CÔTE D'IVOIRE)
S.	GEERTS	Professeur Institut Médecine Vétérinaire Université de Ghent - GENT (Belgique)

- PHATOLOGIE PORCINE

- PHARMACODYNAMIE

H. BRUGERE Professeur
ENV - ALFORT

- PHYSIOLOGIE

J. FARGEAS Professeur
ENV - TOULOUSE

- MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

J. OUDAR Professeur
ENV - LYON

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

- PHARMACIE - TOXICOLOGIE

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

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

- ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

F. CRESPEAU Professeur
ENV - ALFORT

- DENREOLOGIE

M. ECKHOUTE Professeur

P. BOZIER Professeur
ENV - ALFORT

- CHIRURGIE

A. CAZIEUX Professeur

JE DEDIE CE TRAVAIL...

A ma Mère ANKOUONE Gertrude Isabelle : in memorium

A mes grand-parents EYENGA Séraphine, Aléa, EFFOUDOU Etienne
NGOUAND Thomas, MILONG....., in memorium

A Mon père NGOMBE NGOANDE Fontaine Floribert

A mon oncle Barthélémy MPOMA et à sa femme NGOLI Madeleine

A tonton Célestin MEKOK et famille

Au Révérend-père Pierre ELONGO

A ETENE ATANGANA Marcel et famille

A MEBONEDE NDONGO Marcel et famille

Au Docteur Oumar FAYE et famille

A ma soeur NANGA Angèle Déborah et famille

A mon petit frère Charley EDOU

A mes petits frères : Yas Aimé, BEYEME Hervé Honoré,
MPOMA Landry, BEYENE Adalbert, Aurèle, NKOUBI II
Romuald, ALEA Yannick, ATEBA Armand Koffi, ABINA
MEKOK Joseph, MEKOK MEKOK Jean Baptiste....

ABOMO MEKOK MEKOK

A mes grands-mères et à mes mamans

A mes oncles et tantes

A mes cousins et cousines

A mes neveux et nièces

A mes amis de l'UCAD de Dakar

A mes cadets de l'UCAD de Dakar

A la promotion Yacine NDIAYE de l'E.I.S.M.V.

A notre parrain le Prof. Agrégé Théodore ALOGNINOUBA

A la communauté des élèves et étudiants camerounais à Dakar

A mon village ATOK et à sa jeunesse

A mes amis d'enfance

A mes camarades du Lycée d'Abg-Mbg

A tous ceux qui m'ont permis de me réaliser

A tous mes amis

Au SENEGAL

Au Cameroun.

A MES MAITRES ET

JUGES ...

Monsieur **FRANCOIS D I E N G**

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de
l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar

En acceptant de présider ce jury de thèse, vous démontrez, une fois de plus, l'accueil et l'affection paternels que vous avez toujours manifesté à l'égard des étudiants.

Hommages respectueux.

Monsieur **JEROME GERMAIN S A W A D O G O**

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

*Vous nous avez inspiré et dirigé dans ce travail.
Après de vous, nous avons toujours trouvé aide et
reconfort.*

Eternelle reconnaissance.

Monsieur **FRANCOIS ADEBAYO A B I O L A**

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

*Il est avec beaucoup de spontanéité et de sollicitude
que vous nous avez accueilli dans votre laboratoire
et participé à l'élaboration de ce travail.*

Nous avons ainsi pu bénéficier de votre immense savoir.

Soyez en sincèrement remercié.

Monsieur **MALANG S E Y D I**

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

*Votre présence dans ce jury de thèse ne nous étonne
pas et témoigne de notre profonde admiration, et de
toute notre gratitude.*

Sentiments respectueux.

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

-- TABLES DES MATIERES --

	Pages
INTRODUCTION	1
 PREMIERE PARTIE	
I. GENERALITES SUR LA CHIMIE DU FLUOR	5
I.1 Nomenclature, Propriétés et Préparation.	5
I.2 Etat naturel et Distribution.....	7
I.3 Principales utilisations pratiques des composés fluorés.....	10
II. METABOLISME DU FLUOR	13
I.1 Pharmacocinétique.....	13
I.2 Facteurs de variation.....	17
I.3 Rôle physiologique et modifications ostéodentaires.....	19
III. PATHOLOGIE	23
III.1 Généralités.....	23
III.2 Diagnostic.....	24
III.3 Synonymies.....	25
III.4 Importance.....	26
III.6 Symptômes et lésions.....	26
III.6 Diagnostic.....	29
III.7 Evolution.....	30
III.8 Pronostic.....	32
III.9 Traitement.....	32
III.10 Prévention.....	33

...

DEUXIEME PARTIE

I. MATERIELS ET METHODES.....	34
I.1 Matériels.....	34
II. RESULTATS.....	46
II.1 Valeurs de la fluorurie.....	46
II.2 Effet de l'administration de phosphate.	51
II.3 Effet du type de phosphate.....	51
II.4 Effet du mode de distribution.....	53
III. DISCUSSION.....	56
III.1 Nécessité du dosage du fluor.....	56
III.2 Choix du prélèvement.....	57
III.3 L'alimentation des animaux.....	59
III.4 Les dosages.....	60
III.5 Discussion des résultats.....	61
III.6 Autres facteurs de variations de la fluorurie.....	63
CONCLUSION.....	65
BIBLIOGRAPHIE.....	68

INTRODUCTION

L'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical est basée essentiellement sur l'utilisation des parcours naturels, par l'exploitation des strates herbacée et ligneuse.

Elle contribue à la production de protéines d'origine animale nécessaires aux populations qui y vivent.

Cette exploitation du couvert végétal se heurte à de nombreux problèmes ; citons les variations qualitatives et quantitatives, annuelles et saisonnières de la biomasse végétale, liées en grande partie à la sécheresse ; l'extension des surfaces de culture entraînant une réduction des pâturages naturels et parfois des conflits entre agriculteurs et éleveurs, les carences ou excès liés au degré de couverture des besoins des animaux en énergie, protéines, matières minérales et vitamines des animaux ainsi alimentés.

Les carences et les excès posent le problème de déséquilibre des rations ainsi proposées et qu'il faut assurément corriger pour espérer des productions meilleures.

Parmi les déséquilibres les plus préjudiciables aux performances des ruminants domestiques, les déséquilibres minéraux tiennent une place importante (4) (19) (26).

D'après CONRAD et coll. (4) ces déséquilibres sont rapportés dans presque tous les pays du monde. Le degré d'attention n'est pas encore connu, mais le état actuel des connaissances permet d'avoir une idée générale de l'importance du problème.

Cette importance justifie la nécessité de la supplémentation minérale réalisée soit à titre préventif pour équilibrer la ration des animaux, soit à titre curatif des déséquilibres préalablement diagnostiqués.

La prévention et le contrôle sont souvent réalisés en agissant soit sur le sol par la fertilisation avec des engrais appropriés, soit sur la ration par une complémentation minérale de celle-ci, soit enfin sur l'animal par voie parentérale.

Quelque soit la méthode adoptée, l'éleveur doit faire face aux problèmes de coût et de disponibilité ou encore de technicité. En effet, si les engrais et les compléments minéraux sont peu disponibles et coûteux soit du fait des compétitions avec d'autres utilisateurs ou du fait de l'éloignement des zones de production par rapport aux zones d'utilisation, les minéraux administrés par voie parentérale outre leur coût élevé nécessitent un personnel important et qualifié.

Les solutions parentérales permettent d'éviter certaines contraintes imposées par les solutions préalablement envisagées.

En pratique, les phosphates naturels coûtent moins nistrables par voie orale, sont disponibles en quantités

importantes, mais présentent deux inconvénients majeurs : ils sont peu assimilables et ont une teneur élevée en fluor.

Malgré son rôle important dans la minéralisation de l'os et de la dent et par suite dans la protection contre la carie dentaire, le fluor est surtout connu pour ses effets toxiques.

La chimie du fluor a beaucoup évolué au cours de ces dernières années, et cette évolution a abouti à de nombreuses applications pratiques tant bénéfiques (lutte contre la carie) que maléfiques (gaz de combat).

Le problème de l'utilisation des phosphates naturels en alimentation animale se situe donc à mi-chemin entre la nutrition et la toxicologie, en d'autres termes entre l'efficacité de la supplémentation minérale ainsi réalisée et la toxicité due à la présence de fluor.

De nombreux travaux ont été réalisés sur la question dont ceux de SERRES et coll. (22) au Tchad avec les phosphates de Tibba et de GORAYE (23) avec des phosphates de Ihies et de Iaïba au Sénégal.

Les plus récents ont été réalisés dans le cadre du programme de recherche commun à l'Ecole Inter-Etat des Sciences et Médecine vétérinaires de Dakar (E.I.S.M.V) et l'Institut sénégalais des Recherches agricoles effectués par le Dr. GORAYE en collaboration avec les phosphates du Sénégal pour une complémentation minérale du zébu Gobra et financé par l'Institut mondial des Phos-

phates (IMPHOS). Il a pour but d'identifier le phosphate le plus performant, de déterminer la dose optimale, le mode et la durée d'administration et de faire une évaluation économique.

C'est dans ce cadre que nous avons dosé le fluor en vue d'apporter une contribution à la connaissance des effets de la complémentation en phosphates naturels du Sénégal chez le zébu Gobra.

Notre travail vient compléter ceux de KANDORO N. (10) en 1988 et de ZOMA N.I (26) en 1989 et se subdivise en deux grandes parties.

La première partie intitulée synthèse bibliographique est abordée en trois parties, respectivement les généralités sur la chimie du fluor, son métabolisme et sa pathologie.

Elle est suivie d'une deuxième partie dénommée étude expérimentale composée de trois articulations : les matériels et méthodes, les résultats et la discussion.

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. GENERALITES SUR LA CHIMIE DU FLUOR

Le fluor est un métalloïde appartenant au groupe VII et à la famille des halogènes, dont il est le premier terme à côté du chlore, du brome, de l'iode et de l'astate

I.1. NOMENCLATURE, PROPRIETES ET PREPARATION

I.1.1. Nomenclature

Le nom fluor vient du mot latin "FLUO", qui veut dire écoulement, flowing en anglais (3) (7). Ce nom a été proposé par A.M. AMPERE à Sir HUMPHREY DAVY dans une correspondance en date du 12 Août 1812, et ce dernier l'adopta en 1813.

D'autre part, la fluorine ou spath fluor (CaF_2) est à l'origine du mot fluorescence, qui a qualifié la lumière émise par ce corps lorsqu'il est chauffé (7).

I.1.2. Propriétés

Le fluor est un corps simple, de couleur jaune-vert (3) (21) (27). C'est un gaz extrêmement toxique.

Symbole chimique	F
Poids atomique	F = 19
Numéro atomique	Z = 9

Structure électronique fondamentale = $1s^2$; $2s^2$; $2p^5$
(2) (16) (20).

Extrait de substances naturelles, on obtient un seul type nucléaire, l'isotope 9^{19}F . On connaît néanmoins

...

différents isotopes artificiels de périodes brèves. Seul l'isotope 9^{18}F est utilisé en biologie, en raison de sa période relativement moins courte (12). Comme tous les halogènes, le fluor est voisin d'un gaz inerte, le néon sur le tableau de classification périodique des éléments.

Il est difficile dans l'étude des propriétés chimiques du fluor de dissocier les notions relatives à la stabilité de celles relatives à la réactivité. En effet, sa réactivité extraordinaire explique sa très faible stabilité. Le fluor est l'élément le plus électro-négatif de tous les éléments chimiques, donc le plus oxydant. Il donne de nombreuses réactions dont nous citerons entre autres la formation de fluorures, l'addition sur des molécules non saturées les réactions de substitution, les réactions sur l'eau, les acides et les bases (16).

1.1.3. Préparation

L'existence du fluor a été soupçonnée depuis fort longtemps. De célèbres chimistes parmi lesquels on peut citer DAVY, AMPERE, FARADAY ont vainement essayé de le préparer tant par la voie chimique que par électrolyse.

Il disparaît dès qu'il est mis en liberté. Il faudra attendre 1886 pour que MOISSAN réussisse à isoler le fluor par électrolyse dans un milieu rigoureusement anhydre. Il recevra pour cela le prix NOBEL de chimie en 1906 peu avant sa mort (8). Depuis, de nombreuses méthodes ont été proposées. C'est depuis 1940 que la pro-

duit en Angleterre et aux États-Unis.

1.2. ETAT NATUREL ET DISTRIBUTION

Du fait de son exceptionnelle réactivité, le fluor n'existe pratiquement pas à l'état libre dans la nature,

A l'état minéral, le fluor est l'un des éléments les plus répandus dans la nature. C'est le treizième élément par ordre d'abondance (8) et constitue environ 0,8 % de l'écorce terrestre (2) (20).

Le fluor est présent dans le soleil et les nébuleuses (20), dans les roches anciennes et éruptives, dans les failles des terrains anciens d'où jaillissent les eaux thermales. Les gaz volcaniques sont assez riches en composés fluorés.

Le fluor participe de nos jours à la constitution des dépôts marins, en donnant une roche voisine de la fluoroapatite (20).

Si le fluor est rencontré dans un grand nombre de minéraux, les plus importants sont : la fluorine (CaF_2) la cryolithe (Na_3AlF_6), les apatites et les phosphorites qui constituent les phosphates naturels du Nord-Ouest africain et qui en contiennent entre 3 et 5 % (3) (12) (20).

La présence de fluor est constante dans la plupart des eaux minérales avec des teneurs de quelques mg/l. Les eaux minérales riches sont celles d'origine profonde (20) (3).

La concentration optimale dans l'eau de boisson est d'une partie par million (1pp.m) (15) (20) (5).

Dans certaines régions géographiques, l'eau est minéralisée. Par exemple, à Plomblère-les-Bains en Portugal, à Plomblère-les-Bains en France (3) (20) et dans les régions de Kaolack et Thiès au Sénégal. Les populations de ces régions ont des dents à "émail tacheté", mais la carie dentaire n'est pas observée.

Inversement, dans certains pays, l'eau est pauvre en fluor et il est parfois procédé à une fluoruration de l'eau en vue de lutter contre la carie dentaire.

Dans l'eau de mer, les teneurs peuvent varier entre 1,4 g par tonne dans l'eau claire et 1305 g dans les grands fonds (20).

Dans le règne végétal, le fluor est également rencontré. C'est un constituant presque constant des végétaux, à des teneurs généralement faibles : 0,10 à 1 pp.m. Il a été signalé dans certaines matières alimentaires : raisin, vin extrait de malt. Toutefois, des teneurs élevées ont été trouvées dans certains végétaux : Epinard 3,80 ppm, maïs 97 ppm, maïs à l'indocinone 180,9 à 197,5 mg/kg de matière sèche (3) (20). Le fluor des végétaux provient directement du sol ou indirectement des dépôts de poussière du sol lui-même ou d'émanations fluorées d'origine industrielle.

Dans le règne animal, le fluor entre dans la constitution des os et de la denture. Il a été signalé pour la première fois par MORICHINI en 1801. Dans les os fossiles, la teneur en fluor est plus élevée que dans les

os frais et varie de 0,20 à 0,63 pour les os frais et de 0,88 à 6,21 pour les os anciens. Depuis longtemps, le fluor a été caractérisé et dosé dans les autres tissus et organes. Les premières recherches précises sont celles de MOAN (15) qui a étudié le rapport fluor/ phosphore (F/P) et la nature des tissus étudiés. Il trouve des rapports moins élevés sur les tissus à vie éminente (nerfs, glandes, muscles) que sur les tissus à vie plus lente (os, cartilage, tendons). Des études ultérieures préciseront les teneurs en fluor de divers tissus de l'organisme. Le tableau n° 1 donne les teneurs normales de cet oligoélément dans quelques tissus chez les bovins et les ovins.

Les coquilles de mollusques d'eau douce sont moins riches en fluor que celles des mollusques d'eau de mer (20).

En conclusion, il n'est pas exagéré de dire avec le Pr LE MOAN (15) qu'il y a du fluor un peu partout.

Tissus	Teneur en fluor
Squelette	400 - 1 200
Dents	500 - 800
Organes	0,7 - 3,0
Sang	0,05 - 0,1
Urines	2 - 8
Lait	0,1 - 0,2

Tableau 1 : Teneur en fluor des tissus, urines et laits des bovins et ovins

1.3. PRINCIPALES UTILISATIONS PRATIQUES DES COMPOSES FLUORES

Selon PASCAL et al (20), la chimie du fluor est certainement la plus développée et la plus récente et a obtenu le plus de progrès au cours de ces dernières décades. GREENWOOD N.N et al (8) parlent eux d'une véritable technologie du fluor et de ses dérivés.

Cette remarquable expansion débouche sur des composés aux emplois et utilisations diverses et dans des domaines variés tel que la thérapeutique, l'industrie, l'agriculture, l'armement, pour ne citer que ceux-là.

La plus ancienne utilisation des composés fluorés est sans doute la gravure sur le verre à l'aide de l'acide fluorhydrique signalée vers la fin du XVII^e siècle (20). Ce composé a par la suite été utilisé en tonnage considérable pour l'alkylation de l'essence destinée à l'aviation (15) (20).

En thérapeutique, on connaît des dérivés fluorés radiopaques ; des anesthésiques tel que le Halotane, l'Enflurane, le Fluoxène ; des substituts du sang ; des carburants ; pour la fluoruration des eaux avec le fluorure de sodium, l'acide fluorhydrique, la fluorine - pour celle des aliments (sel, lait...) avec les fluorures de sodium et de calcium - pour l'utilisation pharmaceutique et les préparations odonto-stomatologiques où l'on utilise les fluorures de calcium, de sodium, d'ammonium et, le mono-

...

L'acide niflurique (Nufluril) est un anti-inflammatoire et antalgique alors que le Triamcinolone, la Dexaméthasone et la Bêta méthasone sont des corticostéroïdes anti-inflammatoires et anti-allergiques (15).

Quant aux utilisations industrielles, elles sont certainement plus nombreuses que les applications thérapeutiques et ne cessent de croître. L'élan principal a été donné au cours de la deuxième guerre mondiale, d'une part, en Allemagne, par la fabrication industrielle de fluorures de chlore à propriétés incendiaires, d'autre part, aux Etats-unis par la préparation industrielle du fluorure d'uranium UF_6 pour la séparation des isotopes radioactifs d'uranium.

Les fluorophosphonates à l'état de vapeur ou d'aérosols sont les gaz de combat les plus toxiques préparés jusqu'ici tel le Sarin ou le Soman.

Les dérivés fluorés les plus utilisés sont les fluorochlorures ou dérivés fluorochlorés : Fréons, Génétrons, Téflon, Fluorothène.... (20).

Les fréons présentent une grande importance commerciale due en particulier à leurs propriétés thermodynamiques. Ils servent surtout comme réfrigérants. Du fait de leur coût, ils sont surtout utilisés en réfrigération domestique. Les plus utilisés sont le F_{12} ou Dichlorodifluorométhane dont la première synthèse a été réalisée en 1928 par T.MIDGLEY et al. (8) et le F_{22} ou

...

Les génétrons comme le F_{152a} ou 2-2 Difluoroéthane ont été mis sur le marché et ont été utilisés considérablement comme propulseurs et vaporisateurs de produits cosmétiques, d'insecticides et de pesticides. Selon G.G. FINGER, rapporté par PASCAL, les premières bombes auraient été fabriquées aux USA en 1949.

Il s'est ensuite développé l'industrie des "Nouvelles matières plastiques" à partir du Tétrafluoroéthylène. Elles ont entre autre révolutionné la technique de la chimie du fluor et d'un grand nombre de substances corrosives qui attaquent le verre.

D'autres composés fluorés ont trouvé des applications comme lubrifiants - agents extincteurs pour les automobiles - fongicides, herbicides, défanants, débroussaillants, insecticides - en métallurgie - en électronique et en soudure (8) (15) (20).

Le fluor est un métalloïde relativement abondant dans la nature. Il est caractérisé sur le plan chimique par son extrême réactivité et son électronégativité qui en font l'élément le plus oxydant. Sa préparation nécessite

des conditions très particulières. Les recherches chimiques sur le fluor ont beaucoup évolué et se sont même étendues dans le domaine de la chimie organique, de sorte que l'on a aboutit à de nombreux composés ayant des applications dans des domaines aussi variés que la thérapeutique, l'agriculture, la soudure, l'industrie en général.

...

II. METABOLISME DU FLUOR

II.1. PHARMACOCINETIQUE

La cinétique du fluorure est bien connue de nos jours, grâce à l'utilisation de fluor radioactif.

II.1.1. Absorption

Elle se fait par deux voies : la voie digestive et la voie pulmonaire (2) (27).

La voie digestive est habituellement la principale voie de pénétration du fluor dans l'organisme, le fluor étant apporté par l'eau de boisson et les aliments (12) (27). Après ingestion, l'absorption gastro-intestinale est très rapide quelque soit l'espèce animale et commence dans l'estomac ou le rumen, mais elle est plus importante dans l'intestin. Elle se fait selon un mécanisme entièrement passif, par simple diffusion à travers les membranes gastrique et intestinale (12).

Les poussières fluorées inhalées sont agglutinées par le mucus rhino-laryngé, indurcées puis rejoignent le tractus digestif (2).

La voie respiratoire intervient lorsque le fluor est apporté à l'état gazeux comme dans les cas de fluoroses industrielles ou expérimentales. L'absorption pulmonaire est alors totale (12) (13) (14) (26).

Quelque soit la voie d'apport, le fluor absorbé passe dans le sang.

II.1.2. Distribution

Dans le sang, le fluor est véhiculé pour 75 % par le plasma et par les hématies pour le reste (2) (12). Dans le plasma, on rencontre deux formes : une forme liée de manière spécifique aux serum albumines en équilibre avec une forme libre échangeable.

La fluorémie ou taux de fluor dans le sang est relativement stable dans les conditions normales et varie entre 0,19 et 0,30 et peut atteindre 1,3 ppm lors de fluorose.

De nombreux auteurs dont SHUPE cité par ABIOLA (2) pensent qu'il existe une corrélation entre le taux de fluor ingéré et sa teneur dans le sang.

Lorsque l'apport augmente, la fluorémie s'élève et le taux de fixation osseux s'accroît. Lorsque le squelette est saturé, la teneur en fluor du sang et des tissus mous augmente et une grande quantité de cet élément est éliminée par l'urine.

Inversement, en cas d'apport insuffisant, le fluor osseux décroît progressivement et les taux plasmatique et urinaire sont plus faibles (12).

Le fluor ainsi véhiculé par le sang est rapidement pompé dans le milieu extracellulaire aux taux de 30 à 40 % par minute, le reste est éliminé. Le fluor retenu par l'organisme est déposé essentiellement dans le squelette et les dents, pour lesquels il présente une grande affinité, et accessoirement dans les tissus mous (2) (3)

...

Dans l'os, le dépôt s'effectue d'abord par simple fixation à la surface du cristal par substitution ionique avec les ions OH^- , ensuite par incorporation au même cristal.

Le fluor s'accumule dans les dents pendant leur formation (3) (12) (14). Il a été démontré chez le chien, le rat et les bovins que la dentine continue à fixer le fluor après la formation et l'éruption de la dent. La dentine accumule en moyenne deux fois plus de fluor que l'émail (52).

Les organes mous retiennent des quantités de fluor relativement faibles mais assez variables. Le rein est l'organe qui fixe le plus de fluor et sa teneur peut être 2 à 5 fois supérieure à la normale lors de la fluorose.

II.1.3. Elimination

Elle est assurée essentiellement par la voie urinaire et accessoirement par les fécès et la sueur (2) (12) (13) (14) (27).

Chez l'homme, pour une prise normale de fluor dans la ration, il est admis que la quantité excrétée est plus ou moins égale à la quantité ingérée.

DURAND cité par ABIOLA (2) estime que jusqu'à 8 mg

...

Les résultats expérimentaux montrent qu'approximativement 33 à 60 % du fluor ingéré chez les animaux se trouve dans les urines.

Les jeunes et les femelles gestantes excretent moins de fluorures que les adultes (2) (12) (13) (14) (18).

La teneur en fluor de l'urine ou fluorurie est en relation avec l'ingéré et peut être utilisée pour évaluer l'intensité de la contamination et suivre éventuellement l'évolution de l'intoxication par le fluor.

Chez l'homme et les animaux, la clairance du fluor est inférieure à celle de l'inuline ou de la créatinine, mais plusieurs fois supérieure à celle du chlore, du sodium ou du phosphate. Elle varie de manière directe avec le pH et le débit urinaire, ainsi qu'avec l'absorption du fluor (12).

L'élimination fécale (5 à 30 % de l'ingéré) est très variable et intéresse probablement les fluorures

Les autres voies d'excrétion des fluorures sont la sueur, la salive et les phanères. Elles jouent un rôle mineur.

1.1.4. Transfert placentaire et biodisponibilité

a- Transfert placentaire

Le fluor traverse la barrière placentaire, en quantité substantielle.

...

du fluor de la ration et du taux sanguin maternel (12).

Selon GEDALIA cité par KESSABI (12), le placenta joue un rôle de barrière entre les sangs maternel et foetal, mais pour de fortes doses de fluor, cette capacité de protection peut être dépassée.

b- Biodisponibilité

Dans le squelette et les dents, le fluor est incorporé dans la structure cristalline des apatites qui, en présence de fluor perdent certaines de leurs propriétés physiques, en particulier leur solubilité. Les fluoro-apatites sont donc stables et le calcium qu'elles contiennent ne peut participer aux échanges avec le sang. Cela explique que la teneur en fluor de l'os reste élevée plusieurs mois après l'arrêt de la contamination.

Par contre, le fluor des tissus mous se trouve essentiellement sous forme échangeable. Ce fait est confirmé par la diminution très rapide de leur taux en fluor dès l'arrêt de la contamination (12) (22).

II. 2. FACTEURS DE VARIATION

De nombreux facteurs sont susceptibles de modifier le métabolisme des fluorures. Il s'agit principalement du taux de fluor ingéré, de la durée d'ingestion, de la nature et de la solubilité des fluorures, de l'espèce en cause et de l'âge (3) (12) (23) (26) (27)

...

II.3.2. Modifications ostéodentaires

a) OS

Le fluor s'accumule dans l'os et peut atteindre des concentrations élevées lors de l'ingestion.

A concentration relativement élevée, le fluor exerce une action stimulante sur les ostéoblastes avec une production accrue de la matière osseuse et formation d'exostoses au niveau du périoste.

A concentration très élevée, on assiste à une diminution de la formation osseuse se traduisant par l'ostéoporose.

A faible concentration, la formation de l'os l'emporte sur la résorption. Il se développe alors une ostéosclérose.

Toutefois, ces modifications sont souvent contradictoires et correspondraient à des étapes différentes de la lésion osseuse et ne s'observent pas chez les mêmes individus. Ainsi, l'ostéoporose et l'ostéosclérose peuvent se retrouver respectivement chez le rat et chez l'homme. Les ostéomégalies, caractéristiques du parathyroïdisme secondaire sont rencontrés aussi bien chez l'homme que chez les ruminants.

Si lors de la fluorose aiguë, les troubles sont principalement observés sur le tube digestif, le foie et les reins, en présence de fluorose chronique, les troubles intéressent outre le foie et les reins, mais aussi les glandes thyroïde et parathyroïde.

Après ingestion, le fluor est résorbé dans le tube digestif et distribué dans l'organisme par le sang. Une partie est éliminée essentiellement par les urines alors que l'autre est véhiculée dans les structures ostéodentaires où il participe à leur développement et dans les tissus mous, essentiellement le rein et le foie.

Seulement, lors d'apport excessif, le fluor engendre des effets toxiques.

III. PATHOLOGIE

III.1. GENERALITES

La pathologie du fluor trouve son origine dans les travaux de RABUTEAU en 1867, sur l'action du fluorure

Selon TRUHAUT (25), ses constatations ont permis de comprendre les accidents graves dont avaient été victimes de nombreux chimistes, notamment lors d'essais de préparation du fluor. Depuis, de nombreuses recherches du fluor et de ses composés.

Les fluorures provoquent souvent des lésions de nécrose foliaire et même la mort des végétaux sensibles. En France, les dégâts provoqués dans les forêts par la pollution fluorée ont été considérables (2) (27).

Dans le règne animal et comme pour la plupart des toxiques, on distingue des intoxications aiguës et des intoxications chroniques.

La forme aiguë est rare et s'observe accidentellement, lors d'absorption massive de composés fluorés. Il s'agit souvent de confusion avec les produits alimentaires, favorisée par les usages comme raticides, insecticides, antiseptiques de ces composés. Elle se manifeste chez les animaux supérieurs, notamment chez l'homme, le porc par des signes d'irritation du tube digestif avec des vomissements, des crampes, des paralysies musculaires, avec atteinte de la respiration et du système nerveux central. La mort survient par paralysie respiratoire et arrêt cardiaque (25) (26) (27).

La forme chronique est plus fréquente, surtout chez les animaux et est désignée sous le nom de fluorose. Elle est caractérisée par une insidieuse progression de la forme aiguë, surtout chez les ruminants domestiques qui sont les animaux les plus sensibles.

III.2. DEFINITIONS

...
cliniquement de façon insidieuse, consécutif à des lésions tissulaires installées progressivement suite à l'ingestion de composés fluorés. Elles se caracté-

rise par des symptômes généraux, par un trouble du métabolisme phosphocalcique qui se traduit par des lésions osseuses et dentaires plus ou moins graves (9) (17) (21) (26) (27).

L'origine des composés fluorés est variable :

- compléments minéraux riches en fluor (origine alimentaire) ;
- eau ayant une teneur élevée en fluor (origine hydrique) ;
- composés fluorés gazeux ou émanations fluorées d'origine industrielle ;
- origine expérimentale.

II.3. SYNONYMIES

Le nom de fluorose fut donné par BARTOLUCCI en 1912.

Au Maroc, l'affectation est connue sous le nom de Darmous.

LERICHE propose le nom de maladie de VELU et

En Islande, on le connaît sous le nom de Gaddur, Motteld enamed ou motteld teeth aux USA, Denti scrtti en Italie, Dientes veteados en Argentine, maladie des usines en France.

...

III.4. IMPORTANCE

III.4.1. Importance économique

Dans les zones où elle sévit, la fluorose représente un danger permanent. Elle rend indisponible les animaux et voue à la mort un grand nombre (9).

Les animaux atteints sont considérablement dépréciés et ont une valeur marchande très réduite. La boucherie n'offre que des prix dérisoires. Les pertes sont donc considérables.

III.4.2. Importance sanitaire

L'application des mesures sanitaires s'avère délicate et la jurisprudence laborieuse d'une part. D'autre part, la fluorose limite les horizons d'utilisation des composés fluorés, notamment en thérapeutique (9).

III.5. SYMPTOMES ET LESIONS

Chez la plupart des animaux domestiques, la fluorose se caractérise par des troubles locaux, généraux à la mort, et dans certains cas par une diminution de performance.

Les manifestations dentaires sont les plus simples à mettre en évidence. Elles sont spécifiques et sensibles

...

Elles affectent surtout les dents adultes et provoquent des lésions irréversibles. Les lésions ont toujours la même gravité sur les dents de la même paire, mais elles peuvent varier d'une paire à l'autre (3) (6).

Il y a une modification de la forme, de la dimension et de la couleur des dents.

Alors que les lésions des incisives des bovins sont plus démonstratives, des travaux expérimentaux montrent que les lésions des molaires sont plus importantes chez les petits ruminants.

Les lésions dentaires peuvent être classées en différentes stades :

Stade 1 : Présence d'ondulations 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 fissures profondes ou écartées en surface, en bandes parallèles au bord libre. Il existe souvent des zones de colorations brunes dues à des dépôts alimentaires.

- Stade 4 : Perte de substance du bord occlusal, ou à la surface vestibulaire.

...

MILHAUD et al (17) proposent un système de notation pour apprécier les lésions des incisives des bovins en leur attribuant une note selon le barème suivant :

0 : dent normale : émail lisse, translucide, blanc brillant.

1 : Effet douteux : modifications de faible importance.

2 : Effet léger : opacification de l'émail sous forme de stries verticales plus faciles à observer par transparence. Pas d'usure anormale.

3 : Effet modéré : opacifications de l'émail très apparentes sous forme de stries ou de marbrures donnant à la surface de la dent un aspect crayeux. Légère usure anormale.

4 : Effet marqué : émail strié, marbré et crayeux, parsemé de tâches brunes et de petites érosions. Usure anormale évidente.

5 : Effet excessif : larges érosions de l'émail, grandes tâches noires. Email crayeux et brunâtre. Usure

9 : Dent de lait.

Les manifestations osseuses apparaissent quelque soit l'âge de l'animal. Elles se traduisent par des exos- éventuellement d'une augmentation générale du diamètre de ces os.

...

La mandibule est souvent épaissie et de forme irrégulière.

Les fractures de côtes sont fréquentes et entraînent l'apparition de callosités osseuses volumineuses. Elles sont spontanées et peuvent aussi intéresser le bassin et la troisième phalange.

Les boiteries peuvent apparaître chez des bovins frappés de fluorose sévère et sont moins fréquentes chez les adultes. Elles sont radicales et intermittentes.

L'ankylose du train postérieur est fréquente.

D'autres manifestations ont été notées. Le poil est terne, dur et hérissé, le cuir perd sa souplesse et la corne des onglons poussent plus rapidement (7) (5) (6). On signale une augmentation de la diurèse. A la longue apparaît une baisse de la prise de nourriture entraînant une baisse des performances.

Il n'y a aucune incidence sur la reproduction des animaux.

III.6. DIAGNOSTIC

III.6.1. Diagnostic épidémiologique

La fluorose affecte un caractère local et même régional. Le plus souvent, elle prend une allure endé-

...

frappés de fluorose dans les régions de Kaolack, Thiès et Diourbel (17). En Afrique du Nord, les animaux atteints de Darmous sont ceux qui ont vécu dans les régions phosphatées, à savoir dans et autour des usines à production fluorée (cimenteries, aciéries...) (9) (17).

III.6.2. Diagnostic clinique et lésionnel

Il repose essentiellement sur l'analyse des concentrations de F⁻ dans l'environnement, sur les signes dentaires et les troubles osseux.

Les exostoses et boiteries étant inconstantes, les manifestations dentaires constituent souvent le seul élément du diagnostic clinique.

Selon SHUPE, cité par MILHAUD et al. (17), on doit distinguer quatre stades dans la fluorose selon la gravité :

- Fluorose sans effet préjudiciable
- Fluorose limitée
- Fluorose modérée
- Fluorose sévère.

Dans les deux premiers stades, les lésions dentaires sont de types 2 et 3 et les lésions osseuses peu développées.

Dans les cas de fluorose modérée ou sévère, on observe toujours des troubles locomoteurs intermittents

...

de modification de l'état général et dans certains cas de baisse de production.

III.6.3. Diagnostic de laboratoire

Il doit suppléer au diagnostic clinique, chaque fois que celui-ci est insuffisant. Le dosage du fluor dans les aliments et dans l'eau de boisson permet d'établir une suspicion de fluorose, alors que le taux de fluor dans les os permet de confirmer le diagnostic de fluorose (17).

KESSABI et coll. (14) ont pu mettre en évidence la fluorose en dosant certains paramètres biochimiques sériques dont les minéraux, les substrats, les protéines et les enzymes.

Les prélèvements à réaliser pour la recherche toxicologique du fluor sont : - fourrages, pâturages, condiments minéraux, eau de boisson - sang, urines - os spongieux - os compacts.

L'analyse toxicologique est très délicate et procède par de nombreuses méthodes, ce qui prouve qu'aucune n'est idéale (8).

On admet généralement qu'il y a fluorose lorsque le taux de fluor dans un organe ou tissu atteint 5 à 10 fois la normale.

...

III.7. EVOLUTION

Elle varie suivant la quantité de fluor absorbée (5) (6).

La fluorose est une maladie à évolution lente, de longueur qui peut durer des années (9) (21).

III.8. PRONOSTIC

Le pronostic médical est grave (2) (6) (9), les animaux atteints sont voués à la mort et le traitement alléatoire est souvent institué trop tard, alors que les lésions sont irréversibles.

Le pronostic économique est sombre. Les animaux atteints sont des non valeur à tous les points de vue. Le retard de croissance, le tarissement de la sécrétion lactée et la baisse d'autres performances s'ajoutent au tribut imposé par les liquidations.

III.9. TRAITEMENT

Il n'y a pas de traitement spécifique (26) (27) et tout traitement tardif est illusoire, les lésions ostéodentaires étant irréversibles.

De nombreux auteurs proposent deux mesures :

- Administrer du phosphate ou gluconate de chaux pour réduire la toxicité du fluor.

...

- Faire un traitement adjuvant avec des toniques généraux, des régulateurs du métabolisme phosphocalciques, des minéraux et vitamines.

Il est important de retirer l'animal de la zone contaminée ou d'arrêter l'administration des composés minéraux fluorés de l'alimentation et donner une alimentation bien équilibrée.

Lors de fluorose sévère, l'abattage sanitaire est le meilleur traitement.

III.10 PROPHYLAXIE

Il est possible de prévenir la fluorose, grâce à l'application des mesures suivantes :

- captation et détoxification des déchets fluorés des usines (21).

- Adjonction de sulfate d'Aluminium à la ration pour diminuer son absorption intestinale.

Dietary supplements are essential for the prevention of fluorosis in contaminated areas.

- Augmenter la résistance des animaux par une alimentation équilibrée.

- Lavage et conservation des fourrages dans les zones contaminées.

- introduction d'animaux âgés dans la zone contaminée. (7) (21) (26) (27).

...

DIEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

I. MATERIELS ET METHODES

I.1. MATERIELS

I.1.1. *Matériel animal*

I.1.1.1. Description

Les animaux d'expérience sont des zébus Gobra. Très répandus dans les zones sahéliennes d'Afrique occidentale (Mali, Mauritanie, Sénégal), ils sont élevés au Sénégal par les peuls de la région du Diolof, essentiellement pour leur lait, avec des rendements variant entre 70 et 72 %.

De grande taille, 1,25 à 1,40 m au garrot, ils pèsent entre 300 et 400 kg pour les mâles et 200 et 350 pour les femelles.

La tête est longue, les cornes en forme de lyre haute, les oreilles larges et dressées, les yeux gros, le front bombé et le chanfrein rectiligne. L'encolure est courte et puissante chez le mâle. Le phanon est très développé, parfois plissé. Le ventre est descendu et légèrement pendanc, le dos rectiligne et tranchant, le bassin large, les reins étroits, la croupe inclinée, la fesse longue et garnie. La mamelle et les trayons sont peut développés. La peau est épaisse et le poil court. La robe est généralement blanche, rarement pie-rouge ou froment. Il existe des variétés à robe grise (1) (19) (29).

...

I.1.1.2. Composition générale

Les expérimentations se déroulent au Centre de Recherches Zootechniques (C.R.Z) de DAHRA depuis 1987 et n'ont démarré à la station de SANGALKAM que depuis 1989.

Au C.R.Z de Dahra, on compte 63 taureaux de 4 ans environ, répartis en 6 lots et pesant entre 300 et 400 kg tandis qu'à Sangalkam, on dispose de 40 taureaux et de 40 taurillons répartis en lots de 10 animaux, soit 4 lots de taureaux et 4 lots de taurillons. Ils sont déparasités en début d'expérience et identifiés par des boucles d'oreille.

I.1.2. Matériel technique

I.1.2.1. Matériel de terrain

Il est composé de :

- Tubes en matière plastique pour prélèvements d'urine.
- Porte-tubes en plastique pour prélèvements d'urines.
- Glacière et conservateurs de froid.

I.1.2.2. Matériel de laboratoire

Il est composé de :

- Electrode spécifique au fluor 9409 ORION

...

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Agitateur magnétique
- Barreau aimanté qui par rotation assure une force ionique constante.
- Chronomètre, pour surveiller la stabilisation du millivoltmètre lors des dosages.
- Réactifs :

- . Solution standard 0,1 M de fluorure de sodium

- . Total Ionic Strength Buffer (TISAB), solution complexante et qui stabilise le pH.

- . Solution IONALYSER pour l'électrode de référence.

- . Eau distillée, pour réaliser les dilutions de la solution standard de NaF, rincer l'électrode, la verrerie et le barreau aimanté pendant les dosages.

- Verrerie :

- . Fioles jaugées de 100 ml dans lesquelles sont réalisées les dilutions de la solution standard de fluor.

- . Bocal en plastique avec couvercle pour la conservation des solutions préparées.

- . Pipettes de 10 ml et de 1 ml

- . Micropipettes de 5 ml, 1 ml et 100 µl

- . Petits béciers en matière plastique pour réaliser les dosages.

...

- . Ouate de cellulose pour essuyer l'électrode
- . Calculatrice programmable SHARP EL 5103.

1.2. METHODES

1.2.1. Alimentation

1.2.1.1. Les aliments

L'alimentation est basée sur l'exploitation du pâturage naturel. Les animaux vivent sur une parcelle de 429 ha dont la végétation est composée d'une part par le tapis herbacé discontinu dans lequel les graminées dominent, au premier rang desquelles il faut citer Zornia glochidiata, et par des épineux représentés surtout par Balanites aegyptiaca, Acacia nilotica et A. tortilis.

Un abreuvoir ravitaillé par un forage approvisionne les animaux en eau de boisson.

b) à la station de Sangalkam

Les animaux y reçoivent une ration complète à l'auge et dont la formule a évolué après 3 mois d'expérience, sous l'effet de contraintes financières.

Si en début d'expérience les fèves d'arachides constituaient l'aliment de test, elles ont été remplacées du fait de leur coût élevé par les coques d'arachide.

...

La ration est complétée ensuite par de la mélasse, des graines de coton, de l'urée et du tourteau d'arachide dans les proportions suivantes :

Coques d'arachide.....	50 %
Mélasse.....	27 %
Graines de coton.....	15 %
Urée.....	11 %
Tourteau d'arachide.....	7 %.

Les animaux sont abreuvés à volonté et reçoivent 100 g de concentré adultes, et 6 kg/Al/jour pour les jeunes.

L'abreuvement est assuré par de l'eau courante.

1.2.1.2. Les condiments minéraux

Ils sont de deux ordres : les phosphates naturels du Sénégal et la poudre d'os.

a) les phosphates

Ils proviennent des gisements de Thiès et de Taïba. Leur composition chimique est bien connue. Ont été déterminés entre autre les paramètres suivants : Calcium (Ca), Phosphate (P), Silice (Si), Zinc (Zn), Cobalt (Co), Potassium (K), Sodium (Na), Fer (Fe), Cuivre (Cu) et Fluor (F).

Si les phosphates sont riches en macro et micro-éléments, ils contiennent respectivement 0,9 % et 3 % en moyenne de fluor. De plus, le phosphate de Taïba présente un meilleur rapport Ca/p que celui de Thiès.

...

Site géographique	N° lot	condiment Minéral	quantité (g) A1/jour	Mode d'administration	Nbre d'animaux
DAHRA DJOLOF Taureaux	I	Phosphate de Taïba	50	Continu	13
	II	Phosphate de Taïba	50	Discontinu*	13
	III	Phosphate de Thiès	50	Continu	13
	IV	Phosphate de Thiès	100	Continu	13
	V	Poudre d'os	65	Continu	13
	Témoin	-	0	-	13
SANGALKAM Veaux	I	Phosphate de Taïba	50	Continu	10
	II	Phosphate de Taïba	50	Discontinu	10
	III	Phosphate de Thiès	200	Continu	10
	Témoin	-	0	-	10
SANGALKAM Taureaux	I	Phosphate de Taïba	50	Continu	10
	II	Phosphate de Taïba	50	Discontinu	10
	III	Phosphate de Thiès	200	Continu	10
	Témoin	-	0	-	10

* Discontinu : un mois sur deux

CONTRÔLE DE LA CONTRIBUTION DES CONDIMENTES MINÉRAUX

...

Ils sont administrés après avoir été moulus, et mélangés à la ration à Sangalkam ou à un peu de mélasse à Dahra pour faciliter l'ingestion.

Vendue dans le commerce, elle est riche en Ca et P avec un bon rapport Ca/p et une faible teneur en fluor.

et se fait au pieu.

1.2.2. Prélèvements

1.2.2.1. Prélèvements d'os et de sang

Les prélèvements de sang ont été réalisés à raison de cinq prélèvements par lot et conservés au froid. Ils sont centrifugés et le sérum recueilli dans des tubes à hémolyse est conservé au congélateur en attendant les analyses.

Les prélèvements d'os n'ont pu être réalisés faute d'expertise.

1.2.2.2. Prélèvements d'urine

Ils sont réalisés le long du couloir de contention où les animaux sont serrés les uns contre les autres.

Déboucher les tubes et les placer dans les "porte-tubes". Attendre de part et d'autre du couloir et au pre-

...

plier l'ot et tenir le tube au niveau du fourneau et recueillir le maximum possible d'urine.

Les prélèvements d'urine sont moins constants, moins réguliers et aléatoires. Les quantités recueillies sont variables et dépendent du tempérament de l'animal et de la température ambiante.

Alors que certains animaux donnent facilement leur urine, d'autres cessent d'uriner dès la présentation du fourneau. On peut aussi éloigner les tubes au loin. D'autre part, à température élevée, les animaux urinent moins.

1.2.3. Analyses

1.2.3.1. Dosages

Les techniques de dosage du fluor sont très variées, citons la titrimétrie, la colorimétrie et l'ionométrie. L'emploi de l'électrode spécifique au fluor s'est considérablement développé et est devenue précieuse pour le dosage des fluorures dans différents milieux aqueux et liquides biologiques.

Nous l'avons utilisé par la méthode des ajouts dosés qui permet de réaliser des mesures complexes, sous réserve que la concentration en fluorures soit dans la zone de linéarité de la réponse de l'électrode.

a) Détermination de la pente de l'électrode

A partir de la solution standard de fluorure de sodium 10^{-1} M préparer des solutions par dilutions suc-

...

10 ml Solution 10^{-1} M NaF + 90 Eau distillée \longrightarrow 100 ml
Solution 10^{-2} M NaF.

10 ml NaF 10^{-2} M + 90 ml Eau distillée \longrightarrow 100 ml NaF 10^{-3} M.

Ainsi de suite jusqu'à obtenir la solution à 10^{-6} M.

Placer ces solutions dans des bocaux en plastique.
L'électrode est installée et branchée sur le millivolt-

Tremper l'électrode dans un béccher contenant de
l'eau distillée et un barreau aimanté. Mettre l'agita-
teur en marche. Attendre que l'appareil affiche au plus
160 mV.

Pipetter 10 ml de chaque dilution de la solution
standard de NaF dans un petit flacon en plastique. Ajou-
ter 1 ml de TISAB, et le barreau aimanté.

Placer le flacon sur l'agitateur magnétique et
tremper l'électrode dans la solution. Attendre que l'ap-
pareil se stabilise pendant une minute et, lire le poten-
tiel d'électrode affiché.

Procéder de la même manière, de la solution la
moins concentrée à la solution la plus concentrée.

mesure.

...

Tracer la droite d'étalonnage avec en abscisses les concentrations de la solution de NaF standard et en ordonnées, les potentiels d'électrodes mesurés.

Déterminer alors sa pente.

b) Dosage du fluor dans les urines

b.1. Préparation de l'échantillon

Pipetter 10 ml d'urines du prélèvement à analyser et, les déverser dans un petit flacon où sera effectué le dosage, et ajouter 1 ml de TISAB.

b.2 Dosage proprement dit

Introduire le barreau aimanté dans le petit flacon contenant déjà l'échantillon.

Rincer l'électrode au jet d'eau déminéralisée avec la pissette. L'essuyer soigneusement avec de l'ouate de cellulose et, la tremper dans la solution.

Placer le flacon sur l'agitateur magnétique et régler la vitesse du barreau aimanté de manière à éviter les éclaboussures.

Le millivoltmètre étant toujours en stand by, et la position mV, attendre qu'il se stabilise pendant

Faire ensuite un premier ajout d'un volume v d'une

une stabilisation d'une minute du chiffre affiché sur le millivoltmètre et, noter E_1 le potentiel d'électrode ainsi affiché.

Puis, faire un second ajout identique au premier et, noter E_2 après une minute de stabilisation.

b.3. Choix de l'ajout

v doit être petit par rapport au volume total V de la solution titrée et ce la concentration de l'ajout doit être 100 fois plus grand que C_x la concentration mesurée pour provoquer des variations de potentiel convenables (2) (24).

Ainsi, selon le potentiel E_0 mesuré pendant la première stabilisation du millivoltmètre, nous avons effectué les ajouts suivants :

$108 < E_0 < 118$ mV, faire des ajouts de $50 \mu\text{l NaF } 10^{-3}$ M
 $58 < E_0 < 108$ mV, faire des ajouts de $50 \mu\text{l NaF } 10^{-5}$ M
 $E_0 < 58$ mV, faire des ajouts de $50 \mu\text{l NaF } 10^{-1}$ M.

c) Calcul de la concentration en fluor

Soit C_x la concentration de l'échantillon
 V le volume total de la solution
 v le volume de l'ajout
 C_1 la concentration de l'ajout
 P la pente de l'électrode
 C_1 la concentration de l'échantillon après le premier ajout

...

C_2 la concentration de l'échantillon après le deuxième ajout.

A partir de l'équation de NERNST, on obtient :

$$C_1 = \frac{CEv}{V} \left[\frac{1}{10 \frac{(E_0 - E_1)}{P} - 1} \right]$$

et

$$C_2 = \frac{2CEv}{V} \left[\frac{1}{10 \frac{(E_0 - E_2)}{P} - 1} \right]$$

$$\text{Finalement, } C_x = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

L'ensemble des calculs a été effectué sur calculatrice programmable.

1.2.3.2. Traitement des résultats

L'analyse statistique des résultats a été effectuée sur un ordinateur MACINTOSH II CX muni d'une imprimante, grâce au logiciel STAT works.

II. R E S U L T A T S

Les résultats seront présentés sous forme de tableaux et d'histogrammes, les premiers donnant les valeurs mesurées en ppm et les derniers les moyennes.

Ils intéressent les veaux et les taureaux à Sangalkam (SGKM) d'une part, et les taureaux à Dahra (DHA) tel que présentés dans le précédent chapitre d'autre part.

Ensuite, nous étudierons quelques facteurs de variations de la fluorurie, à savoir :

- l'effet de l'administration de phosphates,
- l'effet du type de phosphate,
- l'effet du mode de distribution.

II. 1. V A L E U R S D E L A F L U O R U R I E

Les taux de fluor dans les urines des différents animaux sont présentés sur les tableaux n° 3 et 4 pour

Les figures n° 1, 2 et 3 présentent les moyennes par lot respectivement pour les veaux et les taureaux à SGKM et les taureaux à DHA, alors que la figure n° 4 montrent les valeurs moyennes de la fluorurie observées

...

Animal N°	SANGALKAM/VEAUX/ AVRIL				SANGALKAM/VEAUX / MAI			
	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4*	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4*
1	1,9	1,52	1,52	1,54	15,41	14,69	1,98	0,19
2	2,13	1,63	1,6	0,19	15,66	14,48	1,79	0,22
3	1,69	1,98	2,85	0,19	15,79	15,31	2,13	1,63
4	1,99	1,52	1,8		15,11	15,2	2,26	0,19
5	1,69	1,52				2,05	1,19	0,24
Moy..	1,88	1,642	1,9425	0,64	15,574	12,346	2,012	0,494

* Lot témoin

TABLEAU N° 3 : Valeurs de la fluorurie observées chez les veaux à Sangalkam en Avril et Mai 1990.

Animal N°	SANGALKAM/TAUREAUX / AVRIL				SANGALKAM/TAUREAUX / MAI			
	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4*	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4*
1	5,97	1,64	2,85	0,22	21,28	19,99	9,39	1,79
2	14,86	0,21	1,99	2,0	17,67	16,99	2,28	2,5
3	15,2	1,7	2,28	1,72	16,38	18,64	1,99	1,71
4		1,66		1,59	17,0	16,55	2,43	2,09
Moy.	12,01	1,18	2,37	1,48	18,443	17,86	3,61	2

* Lot témoin

TABLEAU N° 4 : Valeurs de la fluorurie observées chez les taureaux à Sangalkam en Avril et Mai 1990.

Animal N°	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6*
1	16,64	15,21	16,87	15,67	3,4	1,92
2	16,0	15,1	16,13	16,0		2,85
3	18,51	18,36	15,24	15,52		
4	15,24	16,5	16,55			
5	15,9	15,29				
6	15,03	15,24				
Moyenne	16,25	15,95	15,83		3,4	2,38

TABLEAU N° 5 : Valeurs de la fluorurie observées chez taureaux à Dahra en Avril 1990.

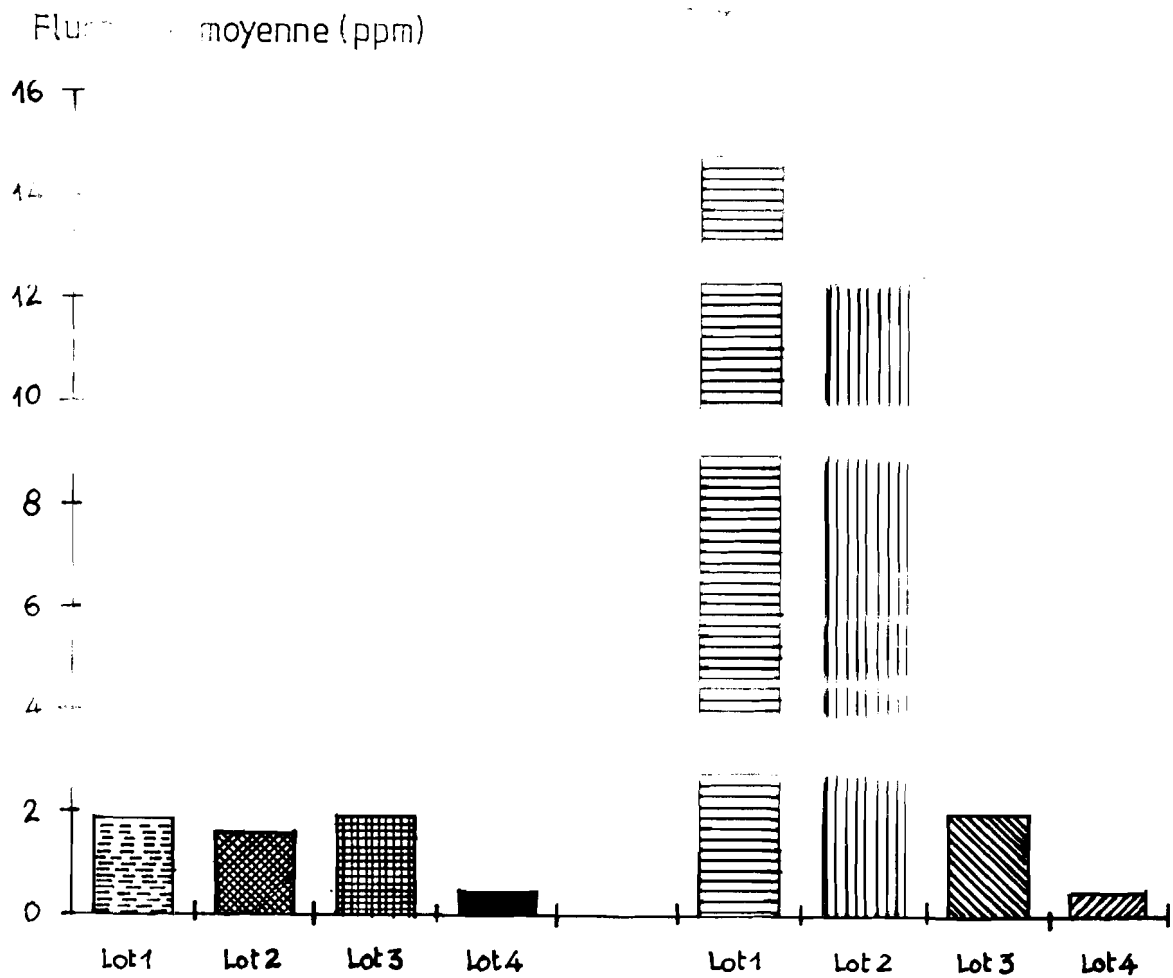


FIGURE N°1 : FLUORURIE MOYENNE
Veaux (avril et mai 1990)

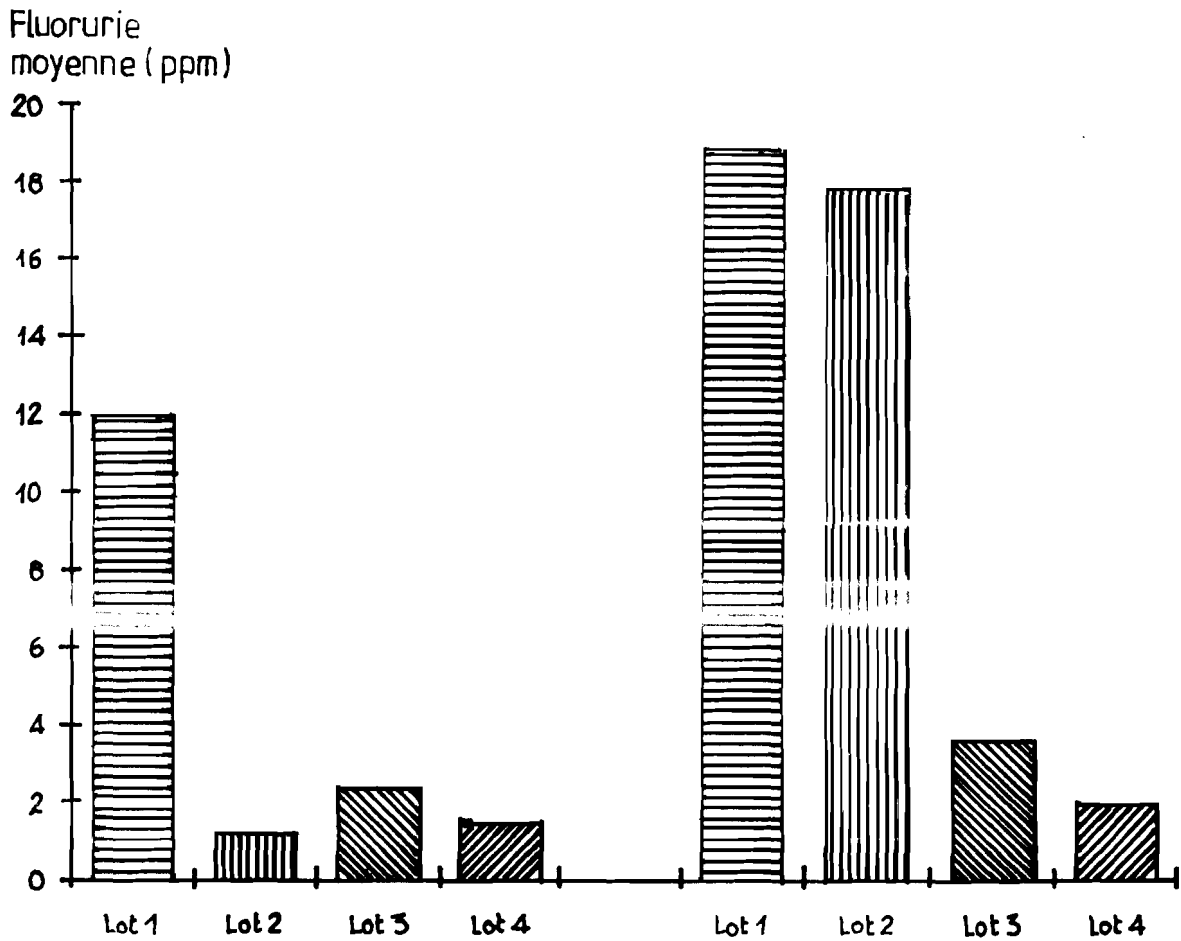


FIGURE N°2 : FLUORURIE MOYENNE
Taureaux SGKM (avril et mai 1990)

Fluorurie moyenne (ppm)

* une mesure

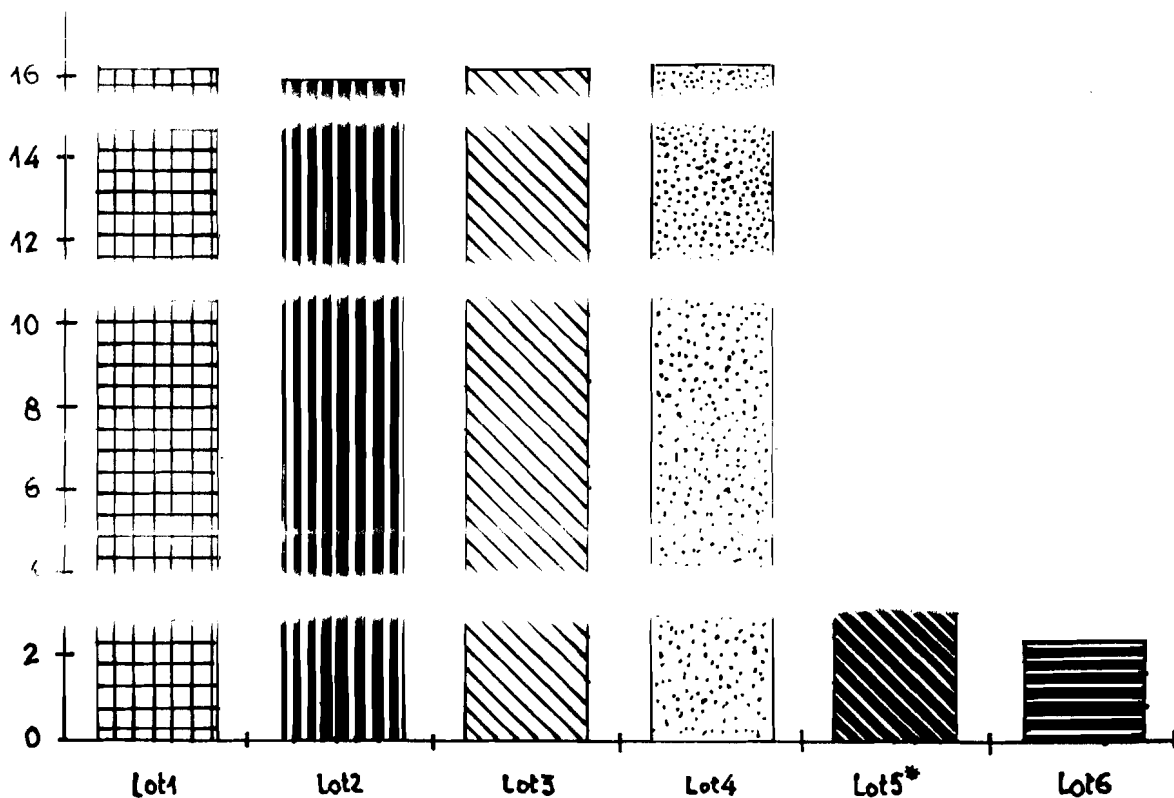


FIGURE N°3 : FLUORURIE MOYENNE
Taureau DAHRA (avril 1990)

Fluorurie moyenne (ppm)

ND : non déterminé

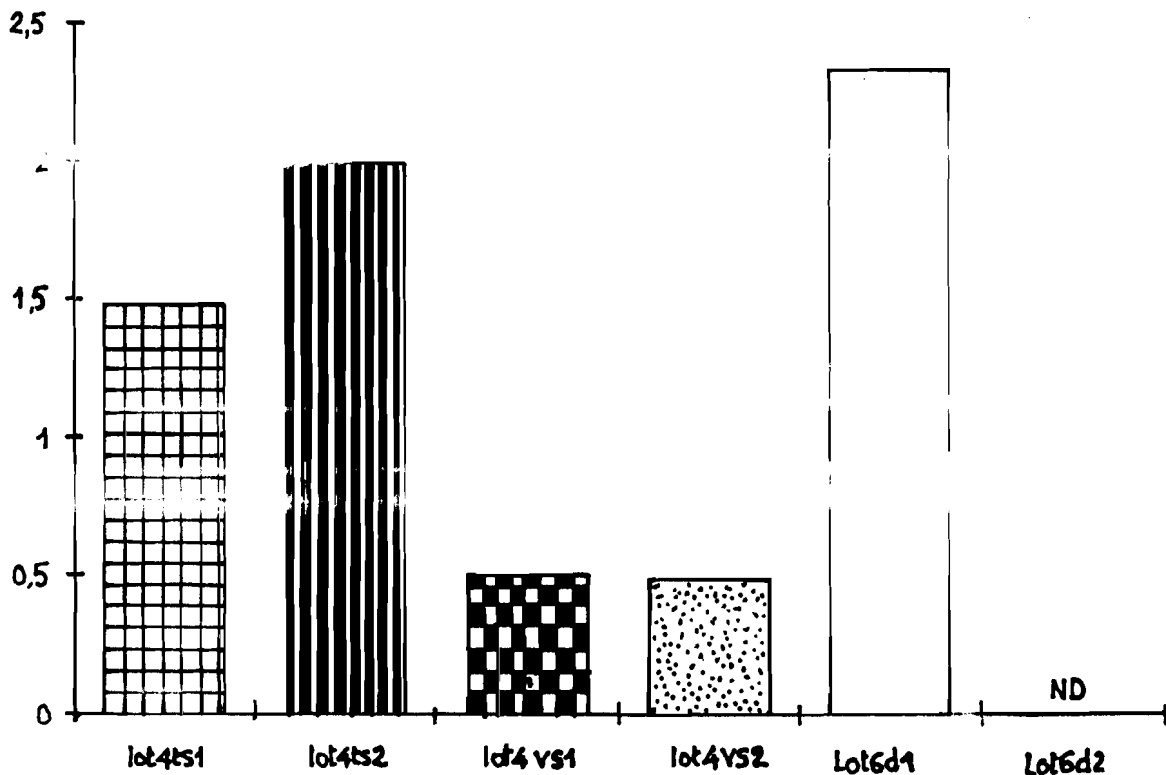


FIGURE N°4 : FLUORURIE MOYENNE CHEZ LES TEMOINS

II.2. EFFETS DE L'ADMINISTRATION DE PHOSPHATE

Cet effet est montré non seulement par les tableaux n° 3, 4 et 5 mais aussi par les figures n° 1, 2 et 3 comparant les moyennes par lot des animaux recevant des phosphates naturels du Sénégal (Thiès et Taïba) et la poudre d'os d'une part, et les témoins d'autre part.

Nous constatons alors que l'administration de phosphates se traduit par une augmentation de la fluorurie par rapport aux animaux recevant de la poudre d'os et aux animaux témoins.

II.3. EFFET DU TYPE DE PHOSPHATE

On peut voir cet effet sur la figure n° 5. Nous y comparons les taux moyens de la fluorurie chez des animaux recevant du phosphate de Taïba en continu, et des animaux dont la complémentation minérale est le phosphate de Thiès.

Nous constatons que la fluorurie chez les animaux recevant du phosphate de Taïba (lots 1 taureaux et veaux) est supérieure de manière significative au taux de fluor des urines d'animaux recevant du phosphate de Thiès (lots 3 taureaux et veaux).

Ainsi, en Avril, le lot 1ts avec 12,01 montre une fluorurie supérieure de manière significative à la concentration moyenne de fluor dans les urines chez les animaux du lot 3 taureaux SGKM (lot 3ts) qui est de 2,37 ppm ($P < 0,05$)

...

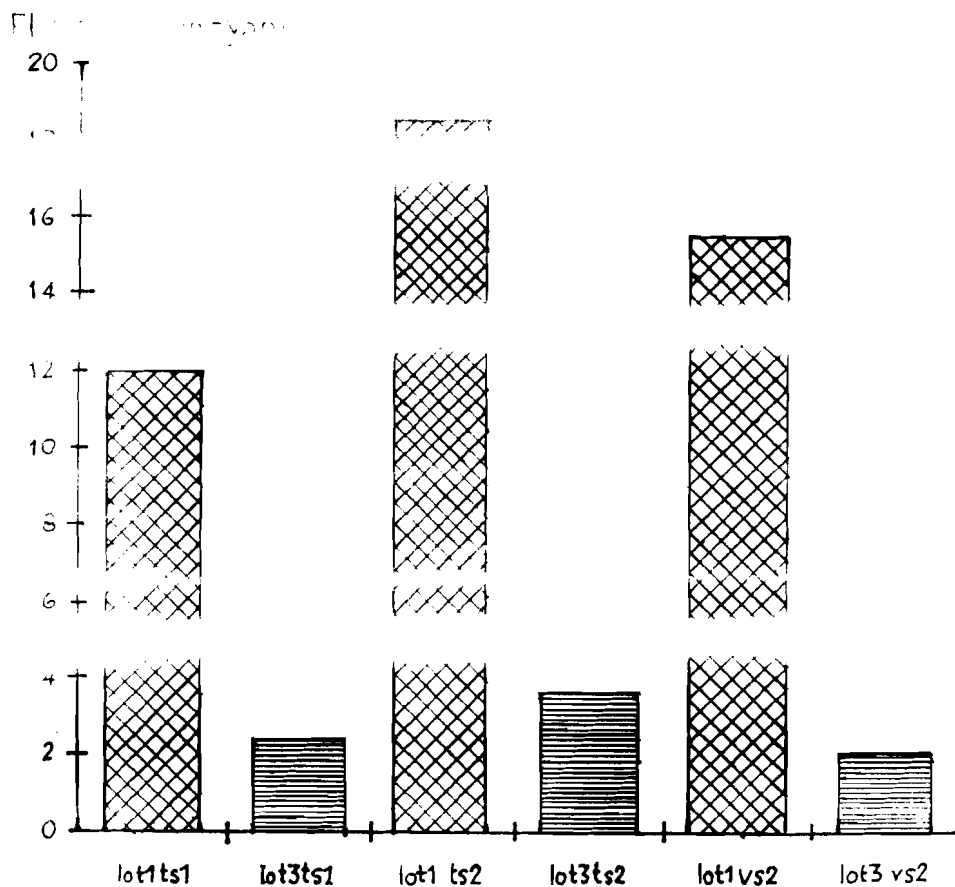


FIGURE N° 5 : EFFETS DU TYPE DE PHOSPHATES

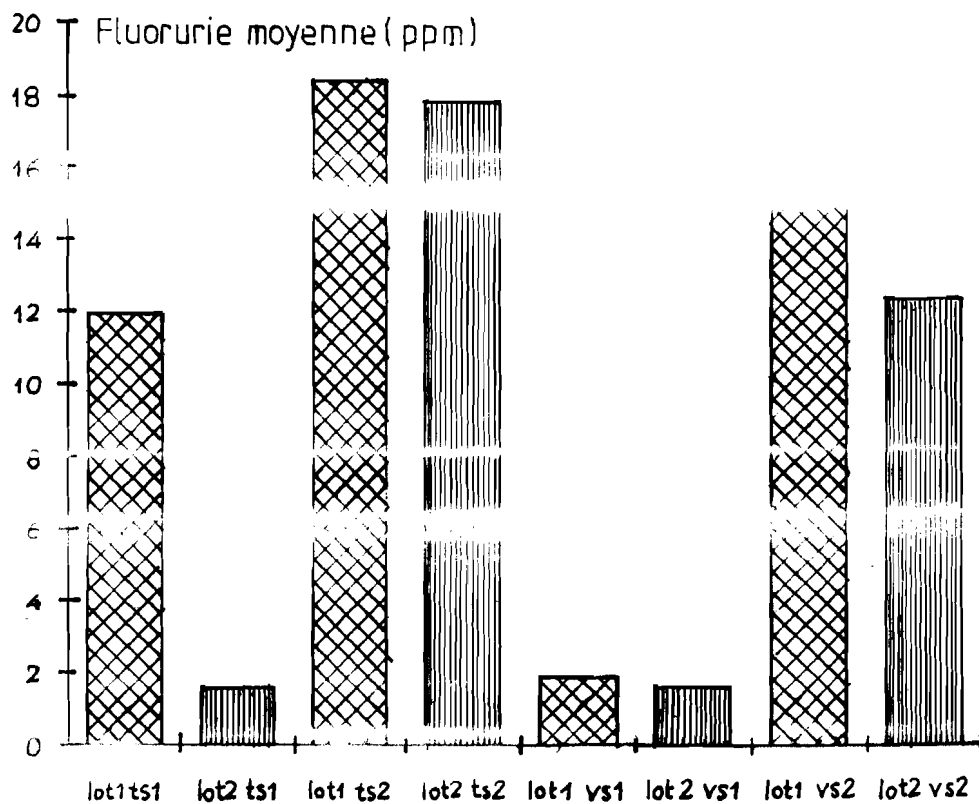


FIGURE N° 6 : EFFETS DU MODE DE DISTRIBUTION

C'est aussi le cas du lot 1 ts un mois après avec 20,5 ppm et du lot 3 ts avec 3,61 ppm ($p < 0,001$).

De même, avec 15,7 ppm la moyenne de la fluorurie du lot 1 veaux SGKM (lot 1 vs) est significativement supérieure à 2,01 ppm valeur moyenne de la fluorurie pour le lot 3 vs ($p < 0,001$).

III.4. EFFET DU MODE DE DISTRIBUTION

L'effet du mode de distribution des phosphates naturels du Sénégal sur l'élimination de fluor dans les urines est montré par la figure n° 6. Nous y comparons les moyennes de la fluorurie des lots 1 et 2 recevant du phosphate de Taïba respectivement en continu et en discontinu, c'est-à-dire un mois sur deux.

Cet effet est aussi montré sur la figure n° 7 où nous comparons les moyennes de concentration de fluor dans les urines des animaux des lots 2 pendant deux mois successifs, un mois d'administration de phosphate de Taïba et un mois d'arrêt.

Nous constatons les faits suivants :

- pendant le mois d'Avril où la distribution de phosphate a été interrompue (lots 2) la moyenne de la fluorurie du lot 1 de taureaux (lot 1 ts) est supérieure de manière significative à la moyenne de la fluorurie du lot 2 ts ($p < 0,001$) alors que la différence entre les lots 1 vs et lot 2 vs chez les veaux n'est pas significative.

FLuorurie moyenne (ppm)

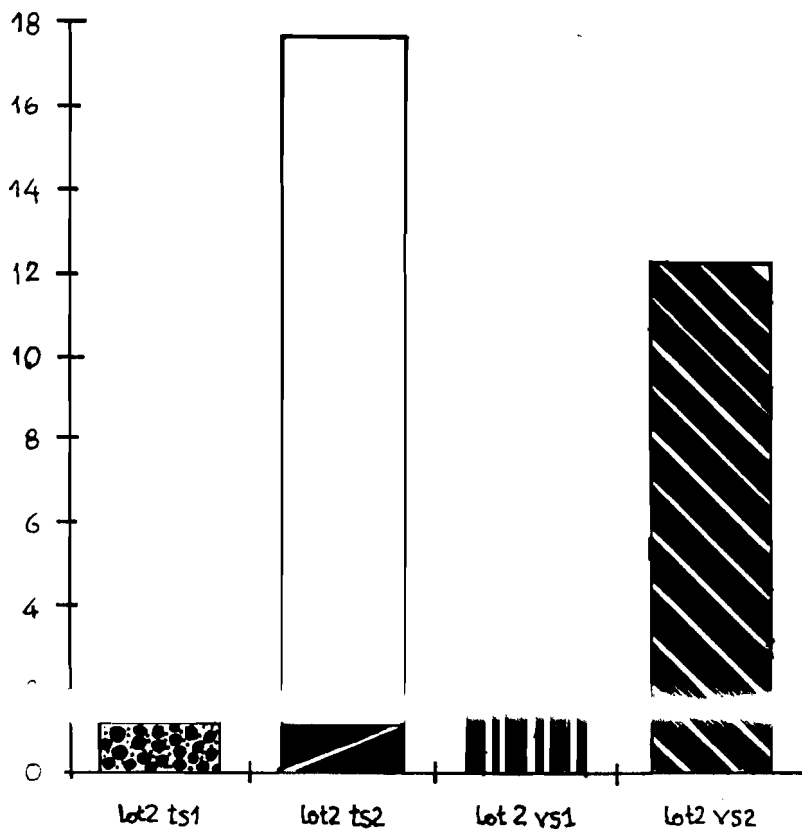


FIGURE N°7 : EFFETS DU MODE DE DISTRIBUTION

- pendant le mois de Mai où les animaux reçoivent tous du phosphate de Taïba, nous ne notons pas de différence significative entre les moyennes de lot 1 ts et lot 2 ts d'une part, et lot 1 vs et lot 2 vs d'autre part.

- la moyenne du lot 2 ts au mois d'Avril est inférieure de manière significative à la moyenne du même lot au mois de Mai ($p < 0,001$). De même, la moyenne de la fluorurie des veaux du lot 2 SGKM au mois d'Avril est inférieure de manière significative à la moyenne de la fluorurie de ces mêmes animaux en Mai ($p < 0,01$).

Il en ressort que l'arrêt de la distribution de phosphates s'accompagne d'une diminution significative de la fluorurie, qui remonte quand le phosphate est de nouveau administré.

III. DISCUSSION

III.1. NECESSITE DU DOSAGE DU FLUOR

Le fluor est un toxique. Apporté à l'homme et aux animaux par les émanations d'origine industrielle, ou par l'eau de boisson naturelle pour les eaux riches en fluor ou artificielle par la fluoruration des eaux pratiquée en vue de lutter contre la carie dentaire, ou encore par les aliments et compléments minéraux, il peut être à l'origine de troubles plus ou moins graves.

En particulier, les phosphates naturels pressentis depuis longtemps comme source de minéraux tels que le calcium et le phosphore et pouvant permettre une supplémentation efficace et surtout bon marché présentent comme inconvénient majeur leur teneur élevée en fluor.

Lorsque l'homme ou l'animal est soumis ou exposé à ces différentes sources de fluor, il est important, après avoir défini les concentrations tolérées dans les aliments, l'eau de boisson, le sang, les os et les urines, de suivre l'évolution de ces différents paramètres de façon à évaluer régulièrement le risque auquel l'intéressé est exposé. On peut alors envisager deux possibilités pour l'y soustraire, soit en le retirant du milieu pollué, soit en ajustant les quantités administrées lors de traitement des eaux ou de complémentations minérales, soit enfin en arrêtant l'administration.

- scientifique, par l'établissement de valeurs usuelles dans les aliments, l'eau de boisson et les com-

...

pléments minéraux d'une part et les valeurs tolérées et préjudiciables d'autre part ;

- diagnostique, en situant la valeur mesurée par rapport aux valeurs usuelles préalablement établies ;

- et prophylactique, car il permet de tirer sur la sonnette d'alarme et d'éviter les dégâts en évaluant les risques.

Toutefois, ces dosages ne peuvent être réalisés qu'après avoir effectué des prélèvements. Il se pose alors un problème de choix de prélèvement.

III.2. CHOIX DU PRELEVEMENT

Les prélèvements peuvent être réalisés à partir des sources tel que les aliments, l'eau de boisson et les effluents industriels.

Ils peuvent être aussi effectués sur l'animal.
des matières fécales.

Sur un cadavre, on prélève du sang, des urines, des matières fécales et des os (métacarpes, métatarses, côtes, vertèbres coccygiènes).

Nous avons effectué des prélèvements sur des animaux vivants.

Les prélèvements de sang sont faciles et nécessitent une bonne contention. Ils présentent toutefois deux inconvénients majeurs, à savoir leur faible volume et leur faible concentration en fluorures, ce qui les a vite rendu inadéquats pour la méthode utilisée. En effet, cette méthode requiert un volume de 10 ml pour l'échantillon à doser. Il faut donc prélever au moins deux fois plus de sang, ce qui n'est pas très pratique, surtout lorsque ces prélèvements sont effectués sur des animaux appartenant à des particuliers.

Les prélèvements d'urine sont beaucoup plus faciles et peuvent même être réalisés par les bergers. Il faut toutefois prendre quelques précautions pour les réaliser, entre autres, éviter les ruades et éviter de souiller les urines recueillies.

Les prélèvements d'urine s'adaptent bien à la méthode de dosage utilisée non seulement par leur volume adéquat, mais aussi par les concentrations en fluor à mesurer qui sont situées dans la zone de linéarité de la courbe de l'électrode.

C'est ainsi que nous avons pu recueillir des quantités variant entre 15 et 60 ml/animal. Ces quantités permettent généralement de faire plusieurs échantillons de mesure pour un même animal.

Il est à noter cependant que le prélevement d'urine est sujet à de nombreuses variations et que le prélevement d'urines ne peut être réalisé que si l'animal urine, faits qui le rendent irrégulier et alléatoire, de sorte que le

...

le nombre de prélèvements effectués et leur répartition en ont été affectés

Il en est de même de l'analyse statistique qui nécessite un certain nombre d'observations.

III. 3. L'ALIMENTATION DES ANIMAUX

La conduite de l'alimentation à Dahra permet de mieux contrôler les quantités de phosphate ingéré, les refus éventuels, donc de déterminer la dose de fluor consommée par les animaux, et de s'assurer que tous ont bien reçu leur dose de phosphate.

Cette conduite rejoint un peu celle utilisée par SERRES et coll. (22) au Tchad où ils diluaient le phosphate dans un peu d'eau et l'administraient à la bouteille.

A Sangalkam, non seulement le phosphate est mélangé à la ration journalière, mais encore la distribution est collective.

Ainsi envisagée, cette méthode d'alimentation ne permet pas d'apprécier les quantités ingérées par les animaux. En outre, elle accentue l'hétérogénéité des lots, les animaux les plus faibles n'ayant même pas accès aux mangeoires.

Elle peut aussi être sujette à des erreurs, tel que la non adjonction de phosphates à la ration des animaux devant en recevoir.

Nous proposons à cet effet l'administration des phosphates dans l'aliment pour en augmenter l'appétabilité d'une part, et la distribution individuelle de la ration d'autre part.

III.4. LES DOSAGES

Le dosage du fluor à l'aide d'une électrode spécifique est une méthode avantageuse dans la mesure où elle peut être utilisée quelle que soit la nature du prélèvement.

C'est une méthode spécifique, simple et assez facile pouvant être utilisée dans des laboratoires non spécialisés (2) (24).

Elle présente cependant des inconvénients majeurs :

- la lecture nécessite une stabilisation de l'affichage du millivoltmètre pendant une minute. Ainsi pour traiter un échantillon, il faut effectuer trois lectures, ce qui allonge le temps mis.

- la méthode ne peut être utilisée que si la pente de l'électrode est dans les normes théoriques d'une part, et la concentration en fluorures située dans la zone de linéarité de la courbe d'étalonnage.

de 10 ml.

...

Sa principale limite nous a semblé être le choix de l'ajout qui n'est pas parfaitement défini.

III.5. DISCUSSION DES RESULTATS

III.5.1. La fluorurie normale

Elle varie entre 0,5 et 2,3 ppm et a été observée chez des animaux témoins c'est-à-dire ne recevant pas de source présumée de fluor.

Ces valeurs sont inférieures à 6 ppm comme préconisé par SHUPE (23).

Elles sont aussi compatibles avec celles rapportées par MILHAUD et coll. (17), DERIVAUX et coll. (4) (5).

Ces valeurs montrent qu'il y a un taux d'élimination basal de fluor dû à la présence de cet oligoélément en quantités très faibles dans l'eau de boisson et les aliments consommés.

III.5.2. Effet de l'administration des phosphates

L'administration de phosphates s'accompagne d'une augmentation de la fluorurie avec des valeurs supérieures à 10 ppm pour les animaux recevant du phosphate de Taïba et du phosphate de Thiès. Les valeurs sont inférieures à 10 ppm pour les lots recevant du phosphate de Thiès à Sangalkam.

...

Ces valeurs traduisent la différence de teneur entre les deux types de phosphates utilisés, avec une teneur en fluor élevée pour le phosphate de Taïba (3 %) et faible pour le phosphate de Thiès (0,9 %) (18).

De plus, ces valeurs de la fluorurie dépassent parfois la limite supérieure tolérée de 15 ppm, ce qui présage de la présence ou de l'apparition prochaine de signes cliniques de fluorose, comme le soulignent de nombreux auteurs dont MILHAUD et al. (17), SHUPE J.L (23) et NDIAYE V. (18).

III.5.3. Effet du type de phosphate

La fluorurie des animaux recevant du phosphate de Taïba est supérieure de manière significative à celle des animaux recevant du phosphate de Thiès.

Le phosphate de Taïba apporte donc plus de fluor aux animaux que celui de Thiès, du fait de sa teneur plus élevée en cet élément.

La fluorurie représente donc un témoin variable de l'apport en fluor comme l'ont souligné KESSABI et coll. (13).

III.5.4. Effet du mode d'administration

Il y a une diminution de la fluorurie lorsqu'on arrête la distribution de phosphates.

Cet effet s'explique par le fait que l'arrêt de la distribution de phosphates est une suppression de l'apport en fluor qui se traduit par une élimination plus faible.

Cet effet conforte l'opinion soutenue dans le paragraphe précédent à savoir que la fluorurie est un témoin valable de l'apport en fluor de la ration.

Cet effet est signalé par SERRES et coll. (22) qui en mesurant le taux de fluor dans les os remarquent que celui-ci diminue lors d'interruption du traitement, entraînant de ce fait une régression de troubles osseux.

Enfin, cet effet pourrait trouver une application dans la complémentation des animaux avec les phosphates, dans la mesure où il permet de mieux contrôler les quantités de fluor apportés, stockées au niveau du squelette et éliminées par les urines.

III.6. AUTRES FACTEURS DE VARIATION DE LA FLUORURIE

D'autres facteurs peuvent entraîner des modifications de la fluorurie. Ils n'ont pas été abordés dans la présente étude mais sont soulignés dans la bibliographie.

il convient de citer l'âge, la durée d'administration, le moment du prélèvement et la densité urinaire.

...

Ainsi, les jeunes et les femelles allaitantes éliminent moins de fluor dans les urines que les adultes.

L'administration prolongée de fluor se traduit par une augmentation de la fluorurie. Cette augmentation s'explique par une saturation progressive des possibilités de fixation sur les structures ostéodentaires se traduisant elle-même par une élimination accrue de fluor dans les urines.

Les variations du volume urinaire peuvent modifier la fluorurie. C'est pourquoi, certains auteurs comme SHUPE J.L. (23) proposent de la déterminer en fonction de la densité urinaire 1,040, mais celle-ci varie en fonction de la teneur en éléments solides de l'urine (26).

CONCLUSION

La complémentation des ruminants tropicaux est plus que jamais nécessaire et à vulgariser, en vue non seulement d'augmenter les productions, mais aussi et surtout de lutter contre les effets néfastes des diverses carences diagnostiquées.

Parmi ces différentes carences, les carences en minéraux, en général, et la carence en phosphates, en particulier, tiennent une place importante.

Les phosphates naturels de l'Ouest africain ont depuis longtemps été pressentis comme source de minéraux pour les animaux domestiques à la place de compléments minéraux usuels, pour pallier aux inconvénients de ces derniers notamment à leur coût élevé. Mais, leur richesse en fluor entraînant des troubles plus ou moins graves constitue l'un des facteurs limitant leur utilisation, à côté d'autres tel que le rapport Ca/p non adéquat pour certains ou encore leur faible digestibilité.

Des études antérieures ont été réalisées en vue de déterminer leur efficacité nutritionnelle.

A la suite de LEPES et coll. (??) qui ont dosé le fluor dans les os d'animaux traités, nous avons dosé le fluor dans les urines de zébus Gobra en expérimentation à Sangalkam et à Dahra.

mentation sur l'élimination urinaire de cet oligoélément.

Notre choix s'est porté sur le prélèvement d'urine, car outre ses inconvénients, il présente l'avantage d'être facile, simple, réalisable même par les bergers. De plus, avec des quantités importantes et des concentrations dans la zone de linéarité de la courbe de l'électrode, il permet d'effectuer des mesures fiables avec la méthode utilisée.

Cette expérimentation a permis d'établir des valeurs normales de la fluorurie chez le zébu Gobra au Sénégal. Elles varient entre 0,5 et 2,38 ppm avec une moyenne de 1,71 ppm.

Lorsque des animaux ingèrent du phosphate naturel ou toute autre source présumée de fluor, la fluorurie augmente en fonction non seulement de la teneur en fluor mais aussi du mode de distribution.

D'autres facteurs de variations existent, mais ils n'ont pas été discutés dans le cadre de ce travail.

Ainsi, nous avons fait les observations suivantes :

Taïba.....	12,71 ppm
Thiès.....	5,17 ppm.

Par ailleurs, les valeurs élevées de la fluorurie observées sur les animaux recevant du phosphate de Taïba et comparées à la bibliographie nous amènent à signaler le risque de fluorose courru par les animaux ainsi complémentés. Toutefois, ces observations doivent être mises en parallèle avec l'examen clinique pour une meilleure interprétation.

Par contre, la fluorurie moyenne des zébus recevant du phosphate de Thiès reste dans les marges tolérées.

Pour élargir le champ de la connaissance de l'influence de la complémentation en phosphates sur les animaux, l'attention devra être portée vers l'étude des autres facteurs influençant l'élimination de fluor dans les urines et sur l'étude des relations existant entre la fluorurie et la clinique.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABASSA ; 1985-1986.-
Cours d'Ethnologie ;
EISMV - Dakar .
2. ABIOLA F.A. ; 1986.-
Pollution de l'Environnement par des effluents industriels.
Dosages des fluorures, du cadmium et du chrome en milieu
marin.
Mémoire D.E.A Toxicologie fondamentale et appliquée à
l'environnement et aux industries pharmaceutiques et
agro-alimentaires.
3. AVIZARA N., 1979.-
Etude comparative de la carie dentaire en zones naturel-
lement fluorées et non fluorées au Sénégal. Mesures de
prévention collective.
Th. Chir. Dent. Dakar, n° 5.
4. CONRAD J.H., Mc DOWEL L.R., ELLIS G.L. et LOOSLI J.K., 1985.-
Minéraux pour les ruminants des pâturages des régions
tropicales.
Bull. Départ. Zoot., Centre pour l'Agric. trop., Univ.
de Floride Gainesville et Agence des Etats-unis pour le
Développement international. 84-72137.
5. DERIVAUX J. et LIEGDIS F., 1973.-
Toxicologie vétérinaire
Paris ; Vigot et Frères. 332 p.
6. DERIVAUX J. et LIEGDIS F., 1973.-

7. EL BAHRY, 1985-1986.-
Cours de Toxicologie ;
EISMV - Dakar.

8. GREENWOOD N.N. and EARSHAW , 1984.-
Chemistry of the Elements.
London : Pergamon Press.- 998 p.

9. ICRE J.R., 1955.-
Contribution à l'étude de la fluorose bovine.
Th. Méd. Vet., Toulouse.

10. KANDORO N, 1988.-
Contribution à l'étude des effets de la complémentation
en phosphates naturels sur certains constituants miné-
raux sériques chez le zébu Gobra.
Th. Méd. Vét. : Dakar, n° 12.

11. KEREBEL B., 1984.-
Fluor et dent : Aspects fondamentaux de la fluoruration.
Le point sur le fluor et ses applications en Odonto-
stomatologie.
Rungis, Laboratoires Goupil S.A
symposium, Paris, 1982.

12. KESSABI M. et BRAUN J., 1981.-
Néphrotoxicité du fluor : une revue.
Rev. Méd. vét., 157 (5), 435-439.

13. KESSABI M. et HAMILARI A., 1983.-
Toxicologie ostéodentaire du fluor : une revue
..... 157 (5) ; 417-424.

14. KESSABI M., 1984.-
Métabolisme biochimique et toxicologique du fluor : une revue.
Rev.Méd. Vét. 135 (8-9), 497-510.

15. LE MOAN G., 1984.-
Qu'est-ce que le fluor ? Le fluor et la thérapeutique.
Le point sur le fluor et ses applications en odontostomatologie.
Rungis, Laboratoire Goupil S.A
Symposium, Paris : 1982.

16. MICHEL A. et BERNARD J., 1972.-
Chimie minérale - Généralités et étude préliminaire des éléments.
Paris, Masson et Cie; 860 p.

17. MILHAUD G. et GODFRAIN J.C., 1975.-
La fluorose bovine d'origine industrielle.
Rev. Méd. Vét., 191 (5), 265-272.

18. NDIAYE V., 1985.-
Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux. Cas du Sénégal.

19. PAGOT J., 1985.-
L'élevage en pays tropicaux.
Paris, G.P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T.

20. PASCAL P., 1960.-
nouveau traite de chimie minérale, Tome XIV.
Masson et Cie, Editeurs.

21. PROMAYART B.M.M., 1969.-
Etude de la fluorose bovine en Mauricienne.
Th. Méd. Vét. : Toulouse, n° 13.
22. SERRES P. et BERTAUDIÈRE L., 1979.-
Essais de distribution discontinue de phosphates naturels
dans l'alimentation des bovins tropicaux.
Rev. Elev. Méd. Vét. pays trop. 32 (4), 391-399.
23. SHUPE J.L., 1963.-
Disease of cattle.
American Veterinary Publications, Inc.
24. TACUSSEL J. et FOMBON J.J., 1983.-
Les électrodes spécifiques ; Domaines d'utilisation et
conditions de réponse optimale.
Formation permanente (Texte n° 781)
Villeurbanne : Ed. SOLEA - TACUSSEL, 23 p.
25. TRUHAUT R., 1948.-
Les fluoroses.
Paris : SEDES, in - 8° - 127 p.
26. ZOMA N.I., 1989.-

en phosphates naturels sur certains constituants biochi-
miques chez le zébu Gobra.
Th. Méd. Vét. : Dakar, n° 49.
27. ZOUAGUI H., 1973.-
Contribution à l'étude de la fluorose chez les grands
et les petites ruminants du Maroc.
Th. Méd. Vét. : Toulouse, n° 53.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

- \$- - \$-

"FIDÈLEMENT ATTACHÉ AUX DIRECTIVES DE CLAUDE BOURGELAT,
FONDATEUR DE L'ENSEIGNEMENT VÉTÉRINAIRE DANS LE MONDE, JÉ
PROMET ET JE JURE DEVANT MES MAÎTRES ET MES AINÉS :

- D'AVOIR EN TOUS MOMENTS ET EN TOUS LIEUX LE
SOUCI DE LA DIGNITE ET DE L'HONNEUR DE LA
PROFESSION VÉTÉRINAIRE.

- D'OBSERVER EN TOUTES CIRCONSTANCES LES PRINCIPES
DE CORRECTION ET DE DROITURE FIXÉS PAR LE CODE
DÉONTOLOGIE 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 MA CONFIANCE ME SOIT RETIRÉE S'IL ADVIENNE
QUE JE ME PARJURE".

LE CANDIDAT

**VU
LE DIRECTEUR
DE L'ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRE DE DAKAR**

**LE PROFESSEUR RESPONSABLE
DE L'ECOLE INTER-ETAT DES
SCIENCES ET MEDECINE VETE-
NAIRES**

**VU
LE DOYEN DE LA
FACULTE DE MEDECINE ET DE
PHARMACIE**

LE PRESIDENT DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER.....

DAKAR, LE.....

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



