

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

ANNEE 1992

N° 52



ETABLISSMENT  
DES SCIENCES ET MEDECINE  
VETERINAIRE DE DAKAR  
BIBLIOTHEQUE

**COMPLEMENTATION EN PHOSPHATES NATURELS ET  
EVOLUTION DE LA FLUORURIE ET DE LA FLUOREMIE  
CHEZ DES GENISSES DE ZEBU GOBRA  
AU SENEGAL**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 27 Juillet 1992  
Devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar  
Pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE  
(DIPLOME D'ETAT)

PAR

**El Hadji Mor BADIANE**

né le 31 Décembre 1965 à Hamdalaye (Sénégal)

Président du Jury:

Monsieur Salif BADIANE

Professeur à la Faculté de Médecine et  
de Pharmacie de Dakar

Rapporteur et Directeur:

Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V.

Membres:

Monsieur François Adébayo ABIOLA

Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V.

Monsieur Mamadou BADIANE

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

**LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT  
POUR L'ANNEE UNIVERSITAIRE 1991-1992**

**I. PERSONNEL A PLEIN TEMPS**

**1 - Anatomie-Histologie-Embryologie**

Kondi	AGBA	Maître de Conférences Agrégé (Vacataire)
Jacques	ALAMARGOT	Assistant
Lahamdi	AMADOU	Moniteur

**2 - Chirurgie-Reproduction**

Papa El Hassane	DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Latyr	FAYE	Moniteur
Laurent	SINA	Moniteur

**3 - Economie-Gestion**

Hélène (Mme)	FOUCHER	Assistante
--------------	---------	------------

**4 - Hygiène et Industrie des Denrées  
Alimentaires d'origine animale (HIDA OA)**

Nalang	SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Papa Ndary	NIANG	Moniteur
Fatime (Mlle)	DIOUF	Moniteur

**5 - Microbiologie-Immunologie  
Pathologie Infectieuse**

Justin Ayayi	AKAKPO	Professeur titulaire
Jean	ODAR	Professeur
Rianatou (Mme)	ALAMBEDJI	Assistante
Souaïbou	FAROUGOU	Moniteur

**6 - Parasitologie-Maladies parasitaires-Zoologie**

Louis Joseph	PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean-Carré	MINLA AMI OYONO	Moniteur
Fatimata (Mlle)	DIA	Moniteur

**7 - Pathologie médicale-Anatomie pathologique  
Clinique ambulante**

Yalacé Y.	KABORET	Assistant
Pierre	DECONINCK	Assistant
Mouhamadou M.	LAWANI	Vacataire
Papa Aly	DIALLO	Moniteur

**8 - Pharmacie-Toxicologie**

François A.	ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Boubacar	DIATTA	Moniteur

**9 - Physique-Thérapeutique-Pharmacodynamie**

Alassane	SERE	Professeur Titulaire
Moussa	ASSANE	Maître de Conférences Agrégé
Nahar	MAHANAT TAHIR	Moniteur

**10 - Physique et Chimie Biologiques et Médicales**

Germain Jérôme	SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
Moussa	TRAORE	Moniteur

**11 - Zootechnie - Alimentation**

Gbeukoh Pafou	GONGNET	Maître-Assistant
Ayao	MISSOHO	Assistant
Amadou	GUEYE	Moniteur

## II. PERSONNEL VACATAIRE (prévu)

### - Biophysique

René	NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Alain	LECOMTE	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Sylvie (Mme)	GASSAMA	Maître de Conférences Agrégée Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Cheikh Anta Diop de Dakar

### - Botanique

Antoine	NONGONIERMA	Professeur IFAN/Ch. Anta Diop Université Ch. Anta Diop de Dakar
---------	-------------	--

### - Pathologie du bétail

Magatte	NDIAYE	Docteur Vétérinaire - Chercheur Laboratoire de Recherches Vétérinaire de Dakar
---------	--------	--

### - Economie

Cheikh	LY	Docteur Vétérinaire - Chercheur FAO - BANJUL
--------	----	---

### - Agro-Pédologie

Alioune	DIAGNE	Docteur Ingénieur Département "Sciences des Sols" Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - THIES
---------	--------	---

-- Sociologie rurale

Gussouby	TOURE	Sociologue Centre de suivi Ecologique Ministère du Développement Rural
----------	-------	---

III. PERSONNEL EN MISSION (Prévu)

- Parasitologie

Ph.	DORCHIES	Professeur ENV - Toulouse (France)
M.	KILANI	Professeur ENMV SIDI THABET (Tunisie)

- Anatomie Pathologique Speciale

G.	VANHAVERBEKE	Professeur ENV - Toulouse (France)
----	--------------	---------------------------------------

- Anatomie

Y.	LIGNEREUX	Professeur ENV - Toulouse (France)
----	-----------	---------------------------------------

- Pathologie des Equidés et Carnivores

A.	CHABCHOUB	Professeur ENMV SIDI THABET (Tunisie)
----	-----------	--

- Pathologie du Bétail

Mlle A.	LAVAL	Professeur ENV - Alfort (France)
M.	ZRELLI	Professeur ENMV - SID THABET (Tunisie)

- Zootechnie - Alimentation

A.	BENYOUNES	Professeur ENMV SIDI THABET (Tunisie)
----	-----------	--

**- Génétique**

D. CIANCI Professeur  
Université de Pise (Italie)

**- Alimentation**

R. PARIGI-BINI Professeur  
Université de Padoue (Italie)

R. GUZZINATI Docteur  
Université de Padoue (Italie)

**- Anatomie Pathologique Générale**

A. AMARA Maître de Conférences Agrégé  
ENMV SIDI THABET (Tunisie)

**- Chirurgie**

A. CAZIEUX Professeur  
ENV - Toulouse (France)

**- Obstétrique**

A. HAZOUZ Maître-assistant  
Institut Agronomique et Vété-  
rinaire HASSAN II - (Rabat)

**- Pathologie Infectieuse**

J. CHANTAL Professeur  
ENV - Toulouse (France)

**- Denréologie**

J. ROZIER Professeur  
ENV - Alfort (France)

**- Physique et Chimie Biologiques et Médicales**

M. ROMDANE Professeur  
ENMV SIDI THABET (Tunisie)

P. BENARD Professeur  
ENV - Toulouse (France)

- Pharmacie

J. D.

PUYT

Professeur  
ENV - Nantes (France)

- Toxicologie

G.

SOLDANI

Professeur  
Université de Pise (Italie)





--ooOoo--

A MES MAITRES ET JUGES.

--ooOoo--

.....

. A Monsieur Salif BADIANE, Professeur au CHU FANN de Dakar.

Vous avez accepté avec spontanéité de présider notre Jury de Thèse. Cela est un grand honneur qui nous a profondément marqué.

. A notre Directeur et Rapporteur de Thèse,

Professeur agrégé Germain Jérôme SAWADOGO,

Vous avez pleinement participé à l'élaboration de cette thèse avec compétence et rigueur. Vous avez bien guidé ce travail avec responsabilité.

Profonds sentiments de Respect et de Gratitude.

. A Monsieur François Adébayo ABIOLA,

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

Je ne saurais assez vous remercier d'avoir accepté avec dévouement de juger notre travail. Cela est à notre honneur d'avoir un homme de science comme vous dans notre jury.

Reconnaissance et beaucoup de Respect.

. A monsieur Mamadou BADIANE.

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

Vous avez accepté avec beaucoup de volonté de juger notre travail. Cela va dans le sens de votre compétence et de votre humanisme que l'on vous connaît dans les institutions universitaires.

Toute notre Gratitude, nos respects et sincère Remerciement.

...../ /.....

—oo0oo—

    /      
O M M A I R E  
~~-----~~

—oo0oo—

Matières	Pages
Sommaire .....	1
<u>- INTRODUCTION</u> .....	6
<u>- I ère PARTIE : ETUDE ENTHÉROGRAPHIQUE</u> .....	9
- Chapitre I : <u>Le projet " IMPHOS " : bilan partiel</u> ..	10
I <sub>1</sub> : Définitions .....	10
I <sub>2</sub> : Objectifs .....	10
I <sub>3</sub> : Résultats partiels .....	11
3-1: La Consommation des Phosphates .....	11
-La Saison .....	11
-Le type de Phosphate naturel .....	15
-La durée de l'Administration .....	15
-La Palatabilité du mélange .....	15
3-2: L'Examen Clinique .....	15
-L'Examen de l'état général .....	15
-L'Examen spécial .....	15
.L'appareil osseux .....	16
.Les dents .....	16
3-3: La Biochimie .....	17
-Les minéraux .....	17
.Le Calcium .....	17
.Le Phosphore .....	17
.Le Magnésium .....	17
.Autres minéraux sériques .....	18
.Le Fluor Urinaire .....	18
-Les Constituants Organiques .....	18
.Le Glucose sanguin .....	18
.L'Urémie .....	19
.La Créatinémie .....	19
.La Protéïnémie Totale .....	19
.L'Albuminémie .....	19

... .. / / .....

3-4	: L'Evolution pondérale.....	20
I <sub>4</sub>	: Conclusion .....	21
4-1	: Le Phosphate de Taïba .....	21
4-2	: Le Phosphate de Thiès .....	21
Chapitre II	: <u>Importance de l'utilisation des phosphates</u>	23
	<u>naturels dans l'alimentation des animaux...</u>	23
II <sub>1</sub>	: Le métabolisme phosphocalcique.....	23
1-1	: Cycle du calcium et du phosphore .....	23
	-L'absorption .....	23
	-Le transport et la distribution.....	24
	.au niveau du squelette.....	24
	.au niveau des tissus .....	24
	.au niveau du sang .....	24
	-L'élimination du calcium et du phosphore..	25
1-2	: Régulation du métabolisme phosphocalcique..	25
	-La régulation hormonale.....	25
	.Le dérivé de la vitamine D1.....	25
	.La parathormone. (PTH).....	26
	.La Calcitonine (CT).....	26
	-La régulation alimentaire.....	28
II <sub>2</sub>	: Les Besoins phosphocalciques.....	28
2-1	: Besoin d'entretien.....	28
2-2	: <del>Besoin de production de viande</del> .....	28
	-Besoin de production de viande.....	28
	-Besoin de production de lait.....	30
2-3	: La couverture des besoins.....	31
	-Règles générales .....	31
	-Sources de calcium et de Phosphore.....	33
	.Les sources endogènes.....	33
	.Les sources exogènes .....	33

	Pages
Chapitre III : <u>Phosphates naturels et fluorose</u> .....	38
III <sub>1</sub> : Le Fluor .....	38
1-1 : Généralités physicochimiques.....	38
1-2 : Cycle du Fluor dans l'organisme.....	38
:-L'absorption.....	38
-Le Transport et la distribution.....	39
-L'Accumulation.....	39
. au niveau des os.....	39
. au niveau de la dent .....	40
. au niveau des tissus mous.....	40
-L'Elimination du Fluor.....	42
1-3 : Rôles du fluor dans l'organisme.....	42
1-4 : La dose maximale admissible.....	43
III <sub>2</sub> : L'Intoxication par le Fluor.....	45
2-1 : L'intoxication aigue par le fluor.....	45
2-2 : Intoxication chronique (Fluorose).....	45
-Définition.....	45
-Etiologie.....	45
. Causes déterminantes.....	46
. Causes favorisantes.....	46
-Pathogénie.....	47
. au niveau de la dent .....	47
. au niveau de l'os.....	48
. au niveau du rein.....	48
-Etude Clinique .....	48
. Les manifestations dentaires.....	49
. Les manifestations osseuses .....	50
. Autres manifestations.....	51
-Diagnostic .....	51
-Evolution et Méthode de lutte.....	52
II <sup>e</sup> PARTIE : <u>ETUDE EXPERIMENTALE</u> .....	55
Chapitre I : <u>Matériel et Méthode</u> .....	56
I <sub>1</sub> : Matériel .....	56
1-1 : Les animaux d'expérience .....	56
1-2 : Les compléments minéraux en P.....	57
- Les phosphates naturels.....	57
- La poudre d'os .....	59

1-3	: Le Matériel Technique.....	59
	-Le matériel de terrain.....	59
	-Le matériel de laboratoire.....	60
	.Appareillage .....	60
	.La verrerie.....	60
	.Réactifs .....	60
I <sub>2</sub>	: Méthodes .....	61
2-1	: Protocole expérimental .....	61
	-Mode d'Élevage.....	61
	-Mise en place des lots .....	61
	-La distribution des compléments.....	61
	-Les prélèvements .....	63
	-Les examens cliniques.....	63
	-Les mesures à effectuer.....	63
	.Consommation des phosphates .....	63
	.Les concentrations de fluor.....	64
	.Autres mesures.....	64
2-2	: Méthodes de dosage.....	64
	-Les différentes méthodes.....	64
	.Les méthodes analytiques classiques .....	64
	.Les méthodes d'électrode spécifique au fluor.....	65
	-Le dosage .....	66
	.Le principe de l'électrode spécifique..	66
	.Techniques de dosage.....	67
	.Calcul des résultats.....	69
2-3	: La Réfractométrie.....	70
2-4	: Méthode d'analyse statistique .....	70
<u>Chapitre II</u>	: <u>Résultats et Discussions</u> .....	72
II <sub>1</sub>	: Résultats .....	72
1 -1	: Les examens cliniques.....	72
1 -2	: Les consommations de Phosphate .....	73
1 -3	: Les concentrations de fluor.....	82
	-La fluorurie.....	82
	.Concentration urinaire de fluor.....	82
	.Densité urinaire.....	83
	.Fluorurie et densité.....	84
	-La Fluorémie.....	85
	-Autres concentrations de fluor.....	86

	Pages
II <sub>2</sub> : Discussions .....	86
2-1 : Le protocole expérimental .....	86
- La distribution des compléments.....	86
- Les prélèvements .....	87
- Les mesures de consommation.....	88
2-2 : L'analyse chimique par la méthode des ajouts dosés.....	88
2-3 : Résultats.....	89
- Les examens cliniques.....	89
- Les consommations de phosphates.....	89
- La fluorurie.....	90
- La Fluorémie.....	91
. effets de la saison.....	91
. effets du type de phosphate .....	91
. effets de l'administration des phosphates .....	92
. effets de la consommation.....	92
<u>-CONCLUSION GENERALE</u> : .....	93
: BIBLIOGRAPHIE .....	97

**INTRODUCTION**

L'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des animaux, bien que bénéfique sur le plan économique, pose un problème de risque d'intoxication chronique avec de fortes concentrations en fluor.

La nécessité d'apporter du calcium (Ca) et du phosphore (P) aux animaux dans des proportions adéquates pour corriger les polycarences déjà diagnostiquées est indiscutable. En effet, les travaux de CONRAD et coll. en 1985 ( 6 ) ont montré les bénéfices de la supplémentation minérale sur la productivité des troupeaux. En précisant les carences minérales qui sévissaient dans le FERLO ; FRIOT et CALVET ( 12 ) ont diagnostiqué en 1971 une hypophosphorémie, une hypocalcémie et une hypocuprémie chez les bovins.

La relation entre ces polycarences et le botulisme a été bien comprise au Sénégal. Elles provoquent du picA avec ostéophogie. C'est ainsi que les animaux ingérant des cadavres botuliques et se contaminent ( 3 ). En plus ces carences entraînent des désordres métaboliques avec des ostéodystrophies.

L'utilisation des minéraux importés, destinés à la supplémentation est coûteuse et constitue un frein à la vulgarisation de la complémentation minérale ( 22 ) .

Alors que l'utilisation des phosphates naturels pour apporter le phosphore pose le problème de la fluorose ; il convient d'apprécier les risques et les limites d'une distribution de ces minerais.

.../...



C'est dans cet optique que le projet "IMPHOS" a été financé par l'Institut mondial de phosphate en collahoration avec l'Institut sénégalais de recherche agricole (I.S.R.A.) et l'école Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (E.I.S.M.V.) (18, 29, 37).

Le travail consiste à doser le fluor dans les urines et le sang prélevés sur des Génisses. de Zébu Gobra alimentées avec les phosphates naturels du Sénégal ou de la poudre d'os mais aussi sur des animaux qui ne reçoivent rien (témoins).

Le dosage est effectué au laboratoire de physique et chimie biologique et médicale de l'E.I.S.M.V. qui dispose pour cela d'électrode spécifique au fluor.

Ce travail que nous faisons est une suite des travaux déjà réalisés dans le cadre du projet "IMPHOS". Il se divise en deux grandes parties :

- Une partie bibliographique où nous parlerons :
  - . du projet "IMPHOS",
  - . de la nécessité de l'utilisation des phosphates naturels dans la complémentation des animaux et
  - . des phosphates naturels et la fluorose.
  
- Une partie expérimentale qui traitera :
  - . de matériel et méthodes
  - . des résultats des dosages et
  - . des discussions.

P R E M I E R E P A R T I E

ETUDE

BIBLIOGRAPHIQUE

SCOLA MONTIATO  
100 CROCIATA C. MONTIATO  
ATTUALITÀ DI CARA  
S. MONTIATO

CHAPITRE I : LE PROJET "IMPHOS"  
=====

I.1. DEFINITION

Il est un projet d'étude de l'utilisation des phosphates naturels en alimentation du bétail pour une prophylaxie des carences phospho-calciques en élevage extensif sahélien. Il est financé par l'Institut mondial de phosphates dont le siège est à Casablanca : au Maroc. Il est réalisé en collaboration avec l'I.S.R.A. et l'école. Sa durée prévue pour quatre ans (1987-1991) a été prolongé et se divise en deux phases.

I.2. OBJECTIF

L'objectif est de poursuivre les travaux de SERRES et BERTAUDIÈRE au Tchad en 1979 (30) puis ceux de DIALLO et coll. (8) d'une part et NDIAYE (22) d'autre part en 1985 à Dahara au Sénégal ; à savoir :

- déterminer la dose optimale de phosphate naturel à distribuer au zébu cobra ,

- étudier le mode et la périodicité de distribution les plus appropriés,

- étudier l'influence des phosphates naturels (Taïba et Thiès) sur le comportement pondéral des taurillons Cobra et évaluer les risques de toxicité et

.../...

- faire un bilan économique de la supplémentation minérale avec les phosphates naturels dans la complémentation des bovins ( 9 ).

### I.3. RESULTATS PARTIELS

Il s'agit de faire une évaluation des acquis de la première phase du projet.

En effet, dans cette phase, il a été établi l'influence des phosphates naturels sur l'évolution pondérale, sur les constituants biochimiques sériques de même des examens cliniques ont été effectués.

Ces résultats ont été fournis par l'I.S.R.A. et le département de physique et chimie biologique et médicale de l'école ( 9;18;23;29; 37).

#### 3.1. LA CONSOMMATION DES PHOSPHATES ( 9 )

La consommation des phosphates naturels par les bovins dépend de plusieurs facteurs dont :

- La saison.

En regardant le tableau (n°1 p. 12) on voit que pour tous les lots, on a une consommation irrégulière au cours des saisons. C'est ainsi que dès la tombée des premières pluies, les phosphates et la poudre d'os ont été refusés par la majorité des animaux alors qu'en fin de saison sèche (période de disette), la consommation est très forte pour tous les animaux.

.../...

TABEAU N° 1 :      EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE COMPLEMENT MINERAL P.100

Lot	P. 100 du Lot				
	I	II	III	IV	V
12/6 - 5/7/87	80 ± 16	76 ± 22	81 ± 15	71 ± 17	71 ± 21
6/7 - 29/7/87	96 ± 6	0	99 ± 2	95 ± 6	90 ± 5
3/11 - 4/12/87	54 ± 17	51 ± 17	84 ± 10	86 ± 11	92 ± 8
5/12 - 31/12/87	49 ± 18	43 ± 12	86 ± 6	94 ± 8	93 ± 2
1/1 - 22 /1/88	45 ± 11	0	86 ± 2	87 ± 7	92 ± 0
23/1 - 17/2/88	45 ± 12	40 ± 10	89 ± 4	95 ± 5	93 ± 3
18/2/ - 14/3/88	58 ± 11	0	83 ± 7	87 ± 12	91 ± 4
Consommation moyen-					
me	61 ± 18	51 ± 12	87 ± 5	88 ± 8	89 ± 7

Source ( 9 ).

- Lot 1 50 g de phosphate de Taïba ( continu )
- Lot 2 50 g de phosphate de Taïba ( 1 mois sur 2 )
- Lot 3 50 g de phosphate de Thiès ( continu )
- Lot 4 100 g de phosphate de thiès ( continu )
- Lot 5 65 g de poudre d'os ( continu ).

...../ /.....

TABLEAU N° 2 CAS CLINIQUES (REPARTITION/LOTS )

Lots	NOMBRE de Cas Cliniques					
	Boiterie + Oedème	Fractures	Col osseux	Lésions couleurs	dentaires cavités	
I	2	0	0	<del>5</del>	3	
II	1	0	0	2	1	
III	1	0	0	2	1 0	
IV	0	0	1	1	0	
V	0	0	0	1	0	
VI	1	1*	0	1**	0	

\* Fracture non spontanée mais au cours d'une mauvaise contention.

\*\* Couleur noire uniforme à la base de deux incisives au lot témoin.-

...../ /.....

TABEAU N° 3 : RECAPITULATION DES DIFFERENTS RESULTATS BIOCHIMIQUES DU PROJET " IMPHOS ".

Quantité et type de phosphate	Calcium	§ Phosphore	Intégration	Fluorure	Glucose	Urée	Créatine	Protéine T <sub>1</sub>	Albumine	Gain de poids
50 g/j phosphate de Talba distribution continue	+	-	+	++	++	-	-	+	++	+
	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
50 g/j P Talba distribution discontinue	+	+	-	++	++	-	-	+	++	+
	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
50 g/j P de Thiès distribution continue	+	-	-	++	++	-	-	++	++	+
	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
100 G/ g/j. P. de Thiès distribution continue	+	+	+	++	++	-	-	++	++	+
	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
200 g/j P. de Thiès distribution continue	+	+	-	++	++	-	-	+	+	+
	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
65 g/j poudre d'os distribution continue	+	++	++	+	+	-	-	++	++	+
	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
0 ( témoins)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 : valeur de référence  
 + ou - : valeur supérieure ou inférieure de façon non significative par rapport à celle du lot témoin.  
 ++ ou -- : valeur supérieure ou inférieure de façon significative par rapport à celle du lot témoin.

: Résultats de Detara (élevage extensif amélioré )  
 : Résultats de Sangalkam (élevage semi-intensif avec complémentation )  
 : Test non effectué.

- Le type de phosphate naturel.

Sur le tableau n°1, la différence sur la consommation des deux types de phosphates (Taïba et Thiès) est très nette. La consommation moyenne est supérieure à 86 p.100 pour le phosphate de Thiès alors que seulement un peu plus de la moitié des animaux des lots 1 et 2 (4 à 62%) acceptent le phosphate de Taïba.

- La durée de l'administration

Ceci est plus net avec le phosphate de Taïba. Pendant la saison sèche la consommation diminue au fil du temps, aussi bien pour le lot 2 que pour le lot 1.

- La palatabilité du mélange.

Ces phosphates sont mélangés avec plusieurs condiments (son, grain de coton, sorgho broyé, sel marin et mélasse) pour améliorer leur goût. Cela favorise la consommation volontaire.

### 3-2 L'EXAMEN CLINIQUE

- L'examen de l'état général du troupeau a donné des résultats satisfaisants : l'attitude et le comportement sont normaux et le pelage est luisant. Il n'y a pas de variation pouvant être rattachée aux phosphates.

- L'examen spécial concernant les dents et les os, vise à mettre en évidence d'éventuelles anomalies pouvant être liée à la concentration en fluor des phosphates.

.../...



- L'appareil osseux.

A long terme (- 1an), des manifestations osseuses concernant des boiteries et des oedèmes passagères sont signalées. Les avis sur l'origine de ces manifestations sont partagés entre les responsables du projet.

- Les dents.

L'existence de lésions dentaires (modification de couleur et présence de cavités) a été rapportée par plusieurs auteurs. Ces lésions sont plus importantes avec les phosphates de Taïba à la dose de 50g/Al/jour en distribution continue ; puis en discontinue. Les phosphates de Thiès entraînent des modifications de couleur seulement )

En définitif au vue des doses de fluor ingérées, des concentrations de fluor trouvées dans les urines, des manifestations cliniques et de leur temps d'apparition, nous pouvons penser à la fluorose modérée.

3-3 LA BIOCHIMIE

Certains constituants biochimiques sériques et les concentrations de fluor urinaire (fluorurie) sont mesurés pour déterminer l'effet de l'administration des phosphates naturels sur leur évolution. Les résultats sont présentés en tenant compte de la dose, du type de phosphate, du mode d'administration et de la conduite des troupeaux.

## - Les minéraux.

## . Le calcium

Dans tous les travaux présentés (18,29<sup>37</sup>), il n'y a pas eu d'effet de la complémentation en phosphates naturels sur la calcémie. Cela se comprend du fait de la faible concentration en calcium des minerais utilisés.

## . Le Phosphore

Une complémentation avec les phosphates naturels peut augmenter la phosphorémie mais l'efficacité dépend de la dose et du mode de distribution (8, 29,37 ).

Le phosphate de Thiès à la dose de 100g/Al/ par jour entraîne une augmentation non significative de la phosphorémie mais montre une petite différence avec les lots recevant 50g/Al par jour. Quant à la dose de 200g/al par jour en administration continue et en élevage semi intensif, diminue l'efficacité nutritionnelle des phosphates de Thiès.

## . Le magnésium

Seul le lot recevant 100g/Al par jour de phosphate de Thiès présente une magnésiémie plus basse de façon significative (29,37).

. Autres minéraux sériques (Na, K, Cl)

Les travaux de KANDORO (18) en 1987/88 n'ont pas montré un effet significatif de la complémentation en phosphates naturels sur la natriémie, la potassiémie ou la chlorurémie.

. Le fluor urinaire.

Les travaux antérieurs (23, 26) ont montré que l'administration des phosphates naturels entraînait une élévation de la fluorurie, mais aussi qu'un arrêt de la distribution pendant une certaine période permettait l'élimination urinaire de l'excès de fluor.

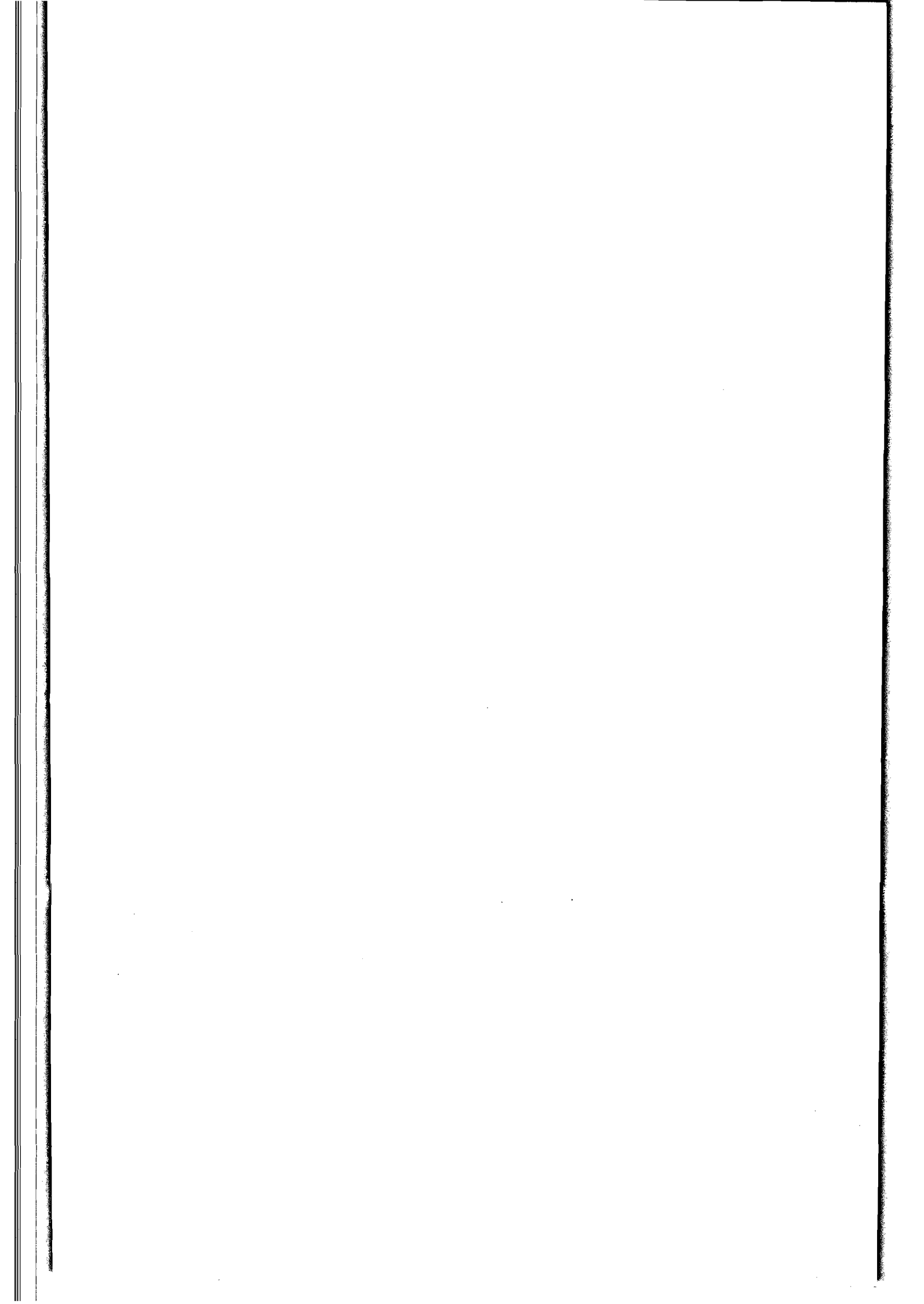
Ainsi SALVADOR (23) en 1990, en dosant la fluorurie chez le zébu cobra recevant différentes doses de phosphates du Sénégal (Taïba et Thiès), a montré que les phosphates de Taïba entraînent de plus importantes concentrations chez les adultes d'une part et que d'autre part un arrêt d'un mois pouvait aboutir à une chute de la fluorurie.

- Les constituants organiques.

. Le glucose sanguin.

La complémentation des animaux en phosphates naturels ne provoque pas une variation significative de la glycémie. Cependant, il est à remarquer la variation liée à l'âge comme l'ont montré SAWADOGO (G.J.) et THOURENOT (J.P.) (28) ; les jeunes ayant une plus forte glycémie.

.../...



3 - 4 - L'EVOLUTION PONDERALE

Chez les animaux en extensif, seul le lot recevant le phosphate de Thiès à la dose de 100g/j présente un gain de poids sur tous les mois significativement supérieur au lot témoin.

Pour les animaux en semi-extensif, on remarque que le lot recevant 200g/j de phosphate de Thiès reste pendant tous les mois inférieurs aux autres lots.

En résumé, nous retenons les résultats suivant en fonction du type de phosphate et de la dose, du mode de distribution et de la conduite du troupeau (voir tableau récapitulatif n° p. 14).

I<sub>4</sub>- CONCLUSION

4- 1. LE PHOSPHATE DE TAIBA

Il est peu appété volontairement et nécessite des adjuvants.

- En élevage extensif, la dose de 50g/Al par jour en distribution continue entraîne une augmentation significative de la fluorurie et une diminution significative de l'urémie. En distribution discontinue un mois sur deux, elle provoque une augmentation significative de la fluorurie et de la protéinémie totale et une diminution de l'urémie.

- En élevage semi extensif, la dose de 50g/Al. par jour en distribution continue donne seulement une fluorémie significativement supérieure au lot témoin.

4-2. LE PHOSPHATE DE THIES

- En élevage extensif, les doses de 50 et de 100g/Al/par jour entraînent une fluorémie et une protéinémie totale significativement supérieures.

La dose de 50g/Al par jour provoque une urémie significativement inférieure tandis que la dose de 100g/Al/jour entraîne un gain de poids significativement supérieure au lot témoin.

- En élevage semi extensif

La dose de 200g/Al/jour provoque une diminution des valeurs nutritionnelles du phosphate de Thiès.

.../...

Le seul élément constamment influencé par l'administration des phosphates naturels est le fluor. La grande variation des effets obtenus donne toute l'importance de la poursuite de l'étude de l'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail.

CHAPITRE II : IMPORTANCE DE L'UTILISATION DES PHOSPHATES

NATURELS DANS L'ALIMENTATION

DES ANIMAUX

La nécessité d'apporter du Ca et du P. pour couvrir les besoins des animaux en ces minéraux est indéniable. Cependant, cet apport se fait sous deux contraintes majeures que sont la disponibilité donc du coût et de l'efficacité nutritionnelle.

II.1. METABOLISME PHOSPHO-CALCIQUE

1.1. CYCLE DU CA ET P.

- L'absorption

L'absorption du P. chez les ruminants se situe principalement dans les 2/3 postérieurs de l'intestin grêle mais peut aussi se produire dans l'estomac.

Quant au Ca, elle se fait dans la première moitié de l'intestin grêle ( 17 ).

Cette absorption phospho-calcique dépend de plusieurs facteurs ( 16) dont :

. Les facteurs extrinsèques (tenant à la composition chimique de l'aliment, au coefficient d'utilisation digestive, au traitement subi par les minerais) et

.../...



. Les facteurs intrinsèques (tenant à l'animal) : race, espèce, âge, état du tube digestif...

- Le transport et la distribution

Après absorption, le Ca et le P. se trouve sous forme minérale soluble dans le plasma (sels de  $\text{Ca}^{++}$  et d'acide phosphorique  $\text{PO}_4^{--}$  ). Ils sont véhiculés par le sang vers les différentes parties de l'organisme.

. Au niveau du squelette.

Ce sont les minéraux les plus importants quantitativement; ils représentent 75p.100 des minéraux de l'organisme. La localisation corporelle du Ca et du P. est essentiellement osseuse. Le squelette contient 99p.100 du Ca et 80 à 85p.100 du P. de l'organisme. Ils sont associés dans la substance minérale osseuse en hydroxyapatite dans un rapport voisin de 2,2.

. Au niveau des tissus.

Le P. est beaucoup plus abondant que le Ca au niveau des tissus mous; du fait qu'il intervient dans la plupart des réactions biochimiques et dans les phénomènes de transfert d'énergie.

. Au niveau du sang

La calcémie est la concentration du sang en Ca. Les éléments figurés du sang étant pauvre en cet élément minéral, la calcémie représente donc la concentration de Ca plasmatique.

.../...

Pour le P. par contre la phosphorémie (concentration de P. dans le sang) est différente de la phosphatémie qui représente la concentration de phosphate dans le plasma.

- L'élimination du Ca et du P.

La voie fécale est la plus importante. Le p. se trouve dans les urines en quantité importante seulement si la phosphatémie dépasse la valeur normale.

Il existe également une voie salivaire qui est importante chez les bovins. (35).

Dans le lait, l'élimination se fait sous forme de phosphocatéinate de Ca et est importante chez la vache en pleine lactation (10).

## 1.2. REGULATION DU METABOLISME PHOSPHO-CALCIQUE

La calcémie et la phosphatémie sont maintenues constantes (homéostasie) dans un rapport Ca/P spécifique par deux mécanismes complémentaires que sont l'alimentation et la régulation hormonale.

- La régulation hormonale (22,27)

Le métabolisme phosphocalcique est réglé par trois hormones :

. Un dérivé de la vitamine D<sub>1</sub>

La dihydroxycholécalférol (1-25 (OH)<sub>2</sub> D) est obtenue par double hydroxylation au niveau du foie puis du rein, du cholecalciférol.

.../...

Elle agit sur plusieurs sites (intestin et os) pour augmenter la calcémie et la phosphatémie.

La synthèse est stimulée par <sup>la</sup> concentration sanguine du Ca, du P. et de la parathormone.

. Le parathormone (P.T.H.)

Une hormone secrétée par les glandes parathyroïdes, favorise la mobilisation du Ca osseux, la réabsorption intestinale du Ca et fixe le seuil d'élimination rénale du P.

La sécrétion est stimulée par une calcémie faible.

. . La calcitonine (C.T.)

Elle est secrétée par les cellules "C" de la glande thyroïde. Contrairement à la P.T.H. sa sécrétion est stimulée par une calcémie élevée.

Elle diminue la calcémie en limitant l'absorption intestinale du Ca et en augmentant l'élimination urinaire du Ca. mais aussi des phosphates. Elle favorise également la minéralisation de l'os.

Cette régulation à elle seule ne peut pas assurer l'homéostasie de ces minéraux car elle repose sur les mécanismes d'absorption et d'élimination (voir tableau n°4 p.27) <sup>9e</sup> qui explique l'importance de la régulation alimentaire.

.../...

TABLEAU N° 4      REGULATION DU METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE (Actions des Hormones sur la Phosphatémie et la calcémie).

Hormones	Vitamine D 3	Parathormone (PTH)	Calcitonine (C T)
Organes cibles :			
Intestin	- $\nearrow$ Absorption du Ca et P	- $\nearrow$ Réabsorption du Ca	- $\searrow$ absorption du Ca
Os	- $\nearrow$ Fixation du Ca et P	- $\nearrow$ mobilisation du Ca et P	- $\nearrow$ Fixation du Ca et P
Rein	- effet incertain	- $\nearrow$ Elimination du P	- $\nearrow$ Elimination du Ca
Résultats sur la concentration sanguine	[Ca] $\nearrow$ [P] $\nearrow$	[Ca] $\nearrow$ [P] $\searrow$	[Ca] $\searrow$ [P] $\searrow$

- La régulation alimentaire

Pour une bonne production, l'organisme tire ses matières premières dont les minéraux, du plasma. Ce dernier doit renouveler sa charge à partir des aliments. Ceci explique la nécessité d'apporter les minéraux dont le Ca et P pour assurer les différents besoins de l'organisme.

II.2. LES BESOINS PHOSPHOCALCIQUES

Ils découlent des utilisations et déperditions de minéraux précités. Ainsi on distingue deux grands types de besoins :

2.1. BESOINS D'ENTRETIEN

Le renouvellement constant de la substance osseuse et les pertes endogènes obligatoires créent ce besoin qu'il est nécessaire de satisfaire régulièrement. Ce besoin est en relation avec le poids de l'animal. Il peut s'exprimer par rapport à la ration (g/kg Ms) ou au besoin journalier (g/j). Il est le premier besoin assuré.

2.2. BESOINS DE PRODUCTION

Peuvent revêtir plusieurs formes : besoin de production de viande, de lait ou de gestation...

... Besoin de production de viande

— C'est la quantité de phosphore ou de calcium nécessaire aux animaux pour croître ou fabriquer de la viande. Un kilogramme de gain de poids nécessite 15g de Ca et 9g de P. (24).

.../...

**TABLEAU N° 5 : BESOINS EN CALCIUM ET EN PHOSPHORE EN FONCTION DU GAIN DE POIDS ET DU POIDS VIF .**

! --- Besoins (g/j) !	Gain de Poids ( G/J)		
	! ---	! ---	! ---
! poids (Kgrs) !	! 7 5 0 !	! 1 2 0 0 !	! 1 5 0 0 !
! 100 !	! 12 !	! 17 !	! - !
! 2 0 0 !	! 1 5 !	! 20 !	! 23 !
! 3 0 0 !	! 20 !	! 25 !	! 29 !
! 4 0 0 !	! 26 !	! 34 !	! 34 !
! 5 0 0 !	! 30 !	! 34 !	! 36 !

GUEGEN ( L) 1972 (15).

...../ /.....

### Besoin de production de lait

Les deux minerais se trouvent combiner dans la caséine du lait et le besoin trop élevé en début de lactation chez les grandes laitières peut conduire à l'hypocalcémie vitulaire (27) et si les animaux ne sont pas bien préparés. Ce besoin doit être prevenu dans le dernier tiers de la gestation.

Pour produire un Kilogramme de lait contenant 4 p. 100 de M.G. ,il faut 3g/j de Ca et 1,6 g/j de P. (24).

**TABLEAU N° 6 : BESOINS JOURNALIERES EN Ca et P ( entretien et Production de lait) CHEZ LA VACHE.**

Besoins (g/j)	Besoins de Minéraux	
	Phosphore	Calcium
Entretien	27	37
+ 5 kgrs de lait	35	57
+ 10 Kgrs de Lait	45	78
+ 15 kgrs de lait	54	100
+ 20 Kgrs de lait	62	120
+ 25 Kgrs de lait	71	140
+ 30 Kgrs de lait	79	160
+ 35 Kgrs de lait	87	180

GUEGUEN 1972 (15) donne les besoins journaliers dans le tableau n°5 pour la production de viande tandis que GOURARI 1975 (13) donne les besoins d'entretien et de production de lait dans le tableau n°6, p 30

Devant ces besoins impérieux, il est nécessaire d'en tenir compte au moment du bilan de la ration ou à défaut s'attendre à des résultats décevants.

### 2-3 LA COUVERTURE DES BESOINS

La couverture de ces besoins se fait à partir de deux sources et nécessite le respect d'un certain nombre de règles.

#### - Règles générales

- . Nécessité d'apporter du Ca et du P.

POPENHEIMER et ZUERER, rapportés par THION GANE (35) ont montré sur des rats alimentés avec deux types de rations ; l'un fortement déficitaire en Ca et l'autre en P. Ils faisaient apparaître des troubles de métabolisme phosphocalcique . Ces troubles disparaissaient avec la correction de rations

- . Respecter le rapport Ca/P.

Le phosphore et le calcium doivent être administré dans des proportions spécifiques comme l'indique le tableau n°7 p. (

- . Apporter de la vitamine D.

Elle intervient dans l'absorption du Ca. Cette vitamine D

.../...



TABLEAU N° 7

RAPPORT PHOSPHOCALCIQUE RECOMMANDE POUR DIFFERENTES ESPECES.

ESPECES	Ca / P
Caprins	0,75 à 1,2
Ovins	0,75 - 1,2
Bovins	1,3 - 1,4
Porcs	1,6
Chevaux	1,6 à 1,8
Poulet de chair	1,8 - 2
Poule Pondeuse	2,5 - 3

Sources NDIAYE (V) 1985. (22)

peut être obtenue par irradiation du cholestérol au niveau de la peau des mammifères. Ce qui atténue sa portée dans les pays ensoleillés.

. Apporter du Ca et P. sous forme assimilable.

Le P. et le Ca doivent être solubles dans le plasma pour être véhiculé dans le sang . Ils doivent être exemptes de tout complexant. La solubilité joue un rôle très important dans l'utilisation digestive de ces minéraux. Ceci est un élément important dans le choix des sources d'apport.

- Sources de Ca et P.

Les sources sont nombreuses et variées. On peut distinguer :

. Les sources endogènes,

Ce sont les apports de P. et de Ca consécutifs à l'action des hormones de régulation comme la parathormone.

Ces sources ne peuvent être directement déterminées et leur importance dépend du déficit de l'apport exogène.

. Les sources exogènes

Ces sources peuvent être classées suivant les niveaux du rationnement. Aussi on distingué :

.../...

\* Sources de la ration de base.

Les eaux d'abreuvement peuvent apporter des minéraux en quantité plus ou moins abondante mais très solubles. Ceci nécessite une analyse systématique des zones de pâturage. Ainsi CALVET ( 3 ) a montré que la quantité de phosphore et de calcium dans les eaux diminue avec la profondeur.

Les concentrations en calcium et phosphore des fourrages et des aliments grossiers sont bien connues. Elles varient avec beaucoup de facteurs :

- la famille et l'espèce végétale,
- l'âge et le stade végétatif de la plante,
- la nature du sol et
- le mode d'utilisation des pâturages (37).

Les pâturages et les aliments de lest couvrent généralement les besoins en Ca. mais l'herbe est souvent pauvre en phosphore surtout dans les zones surpâturées ( 27 ). Ce déficit en phosphore des herbes est accentué par la lignification très poussée qui diminue la digestibilité, d'où l'importance de la supplémentation des animaux.

\* Les sources de la supplémentation

La ration de base est déficitaire en azote et en énergie. Il faut alors utiliser des sous-produits (tourteaux, sous produits de brasserie, de sucrerie ou de mènerie, d'abattoir ou de pêche) pour compléter la ration de base. Ces sources peuvent apporter des minéraux qui sont souvent très assimilables. Cependant pour des besoins de production très élevés il faut des sources spécifiques pour compléter la ration.

.../...

\* Les sources de complémentation

Ces sources sont distinguées en sources traditionnelles ( cure salé et mondé) et les compléments minéraux<sup>(22)</sup>. Ces derniers peuvent être d'origine divers :

Les compléments minéraux vitaminés (CMV) qui sont des sources bien codées et très sûres mais en revanche très couteuses.

A côté on dispose des phosphates naturels qui apportent le phosphore, le calcium et d'autres oligoéléments (voir tableau 8) et n°9p 37) Leurs coûts faibles et leur disponibilité en font des produits de choix pour la complémentation minérale en élevage dans les pays producteurs de phosphate. Cependant, la contrainte majeure est la concentration élevée de fluor.

TABLEAU N° 8 . COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE TAIBA.SOURCES : (22 , 37 ).

Nature Chimique	Symbole	Taux (p 100) de matières Brutes
Anhydride Phosphorique	$P_2O_5$	37,60
Chlore	Cl	0,02
Fluor	F	3,7
Chaux	CaO	51,49
Anhydride Carbonique	$CO_2$	1,80
Oxyde de Fer	$Fe_2O_3$	0,95
Oxyde d'Aluminium	$Al_2O_3$	0,75
Titane	$TiO_2$	0,02
Magnésie	$MgO$	0,10
Soude	$Na_2O$	0,20
Potasse	$K_2O$	0,07
Silice	$SiO_2$	2,66
Eau + Matière Organique	-	1,65
Oxyde de Chlore et fluor	-	1,34
Non dosé	-	0,33

Rapport Ca/P : 2,2 Solubilité dans l'acide citrique : 44,99 p.100

TABLEAU N° 9 COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE THIES.

sources : ( 22, 37 ).-

! Non Chimique	! Symbole	! Taux ( P; 100 )	!
! Acide Phosphorique	! $P_2O_5$	! 29,5	!
! Alumine	! $Al_2O_3$	! 30,5	!
! Chaux	! CaO	! 9	!
! Oxyde de Fer	! $Fe_2O_3$	! 10	!
!	!	!	!
! Silice	! $SiO_2$	! 2,5	!
!	!	!	!
! Titane	! $TiO_2$	! 1,5	!
!	!	!	!
! Fluor	! F	! 0,8	!
!	!	!	!
! Eau de constitution	! -	! 15,5	!
!	!	!	!
! Divers	! -	! 0,7	!

Rapport Ca/P : 0,50

Solubilité dans l'acide citrique : 32.

...../ /.....

### CHAPITRE III : PHOSPHATES NATURELS ET FLUOROSE

---

Les phosphates naturels étant des minéraux riches en fluor, leur exploitation a toujours posé le problème de l'intoxication par le fluor.

#### III.1. LE FLUOR

##### 1.1. GENERALITES PHYSICOCHIMIQUES

Le fluor est un métalloïde appartenant au groupe VII et à la famille des halogènes ; de poids atomique 19 et de densité 1.265) sous forme de gaz verdâtre.

Il existe à des concentrations variables dans le sol, les végétaux, l'eau et les tissus d'animaux.

C'est un élément chimique à réactivité très élevée ; on ne le trouve dans la nature que sous forme combinée. Il constitue 0,032 p.100 environ de la croûte terrestre et c'est le 17<sup>e</sup> élément par ordre d'abondance. Il existe sous la forme de fluorure de Ca et de fluorure de sodium, de fluorapatite et de Cryolite (38).

##### 1.2. CYCLE DU FLUOR DANS L'ORGANISME

###### - L'OBSORPTION

La voie digestive est la plus fréquente dans la contamination . L'absorption du fluor se fait déjà au niveau des estomacs, mais elle est plus importante au niveau de l'intestin. Cette absorption est réduite par certains éléments chimiques tels que le Ca, l'Al. ou le Mg

.../...

qui se combinent avec de fluor en complexes peu absorbables; La voie respiratoire est importante aux environs des usines à émanations fluorées.

- Le transport et la distribution.

Une fois absorbé, le fluor est transporté par les sérums albumines sur les sites de fixation spécifiques. L'ion fluor n'existe sous forme libre dans le sang qu'après saturation de ces sites (31). Le fluor véhiculé par le sang, s'accumule en grande partie dans l'organisme et seul l'excès sera éliminé.

- L'accumulation du fluor.

85 à 98 p.100 du fluor retenu par l'organisme se trouve dans les os et les dents (32). Il a une très grande affinité pour le Ca et le phosphate calcique et forme avec eux des molécules complexes de phospho-apatites.

. Au niveau des os.

Dans un premier temps, le fluor se dépose à la surface par des moyens d'échange ionique, et ce n'est que plus tard qu'il s'incorpore dans le cristal.

L'accumulation du fluor dans l'os varie avec plusieurs facteurs (38).

- nature de l'os
- âge de l'animal
- durée de contact avec le fluor,

.../...



- concentration de la ration en fluor etc...

Elle augmente avec l'activité métabolique de l'os. Le taux de rétention du fluor par l'os est plus élevé chez les jeunes que chez les adultes.

La valeur moyenne normale du taux de fluor osseux chez le nouveau né est le 50ppm et 800ppm environ chez l'adulte.- Lors de fluorose, cette concentration peut atteindre 10.000 et parfois même 15.000 à 20.000 ppm du poids sec de l'os dégraissé ( 2 ).

. Au niveau de la dent.

Le fluor s'accumule dans la dent pendant sa formation et continue au niveau de la dentine après la formation et l'éruption.

. Au niveau des tissus mous.

La concentration du fluor à ce niveau est très faible. Une élévation peut être envisagé dans l'intoxication sur-aïgue par le fluor (rare) ce qui fait que la viande fluorée ne constituent pas un problème d'hygiène publique.

.../...

TABLEAU N° 10 CENTRATION NORMALE EN FLUOR DES DIFFERENTS TISSUS

CHEZ L'ANIMAL

TISSUS	CONCENTRATIONS (en ppm)	
Squelettes	400	1200
dents	500	800
organes	0,7	3
Sang	0,20	0,30
Urines	2	8
lait	0,1	0,2

Source (14).

- L'élimination du fluor.

L'élimination du fluor est assurée principalement par le rein et secondairement par les fécés, la mamelle en période de lactation et la sueur.

L'élimination rénale du fluor commence quelques heures à peine après l'absorption.

### 1- 3 ROLES DU FLUOR DANS L'ORGANISME

Le fluor entre dans la structure minérale de l'os et de la dent, se substitue aux ions hydroxyles (-OH) pour donner des complexes plus stables et peu solubles. Ce qui rend les os et les dents plus solubles.

Selon CAPAZZI (L) et MARGI (F), cités par ZOUAGUI (H) le fluor diminue la solubilité de la surface dentaire dans la solution déminéralisante d'acide lactique.

Il inhibe également l'énolases des germes Lactobacillus acidophilus et leur empêche de se développer au niveau des dents (28) d'où leur rôle anti-cariogène.

Cependant, ces rôles dépendent de la quantité de fluor dans la ration. Si on dépasse certaines doses, il apparaît des manifestations de toxicité ; il est donc bon de déterminer la dose maximale admissible

(D.M.A.) pour le fluor.

.../...

1-4 LA DOSE MAXIMALE ADMISSIBLE ( 38)

(D.M.A.)

Par dose maximale admissible, il faut entendre la quantité de fluor qui peut être ingérée quotidiennement sans dommage ; car, quelque soit la concentration en fluor de la ration ; cet élément a toujours un effet biologique.

La D.M.A. varie avec beaucoup de facteurs (concentration en fluor ingéré de la ration, solubilité des dérivés fluorés, facteurs hygiéniques, stress et maladies intercurantes...et des facteurs tenant à l'animal) (38).

Elle ne peut donc être déterminée de façon précise et n'a qu'une valeur relative. Pour les bovins, la DMA varie selon les auteurs de 30 à 50ppm.

30ppm ( 11)

40ppm ( 33)

2mg/kg de poids vif par jour soit environ

50ppm (39 )

SHUPE (JL) considéré qu'une ration contenant 20 à 40ppm de fluor n'entraîne que de légères modifications dentaires et que les autres effets pathologiques ne sont certaines qu'à des concentrations supérieures(32)

Selon PHILLIPS et coll., même les quantités de fluor inférieures à 1mg/kg de poids vif par jour doivent être considérées comme toxiques(25)

.../...

Un rapport du " NATIONAL Research of the national Academy of Sciences" aux U.S.A. considère comme tolérables concentrations suivantes (voir tableau n) 11, P. 44 ).

Tableau N° concentration en ppm de f<sup>m</sup> de la ration en M.S.

! ESPECES	! Naf ou tout autre fluor soluble (ppm)	! Phosphate naturels (ppm)	!
! Bovins à Viande	! 40 (- 50	! 65 - 100	!
! Bovins laitiers	! 30 - 50	! 60 - 100	!
! Ovins laitiers	! 70 - 100	! 100 - 200	!
! Porcins	! 70 - 100	! 100 - 200	!
! Poules	! 150 - 300	! 300 - 400	!

UNDERWOOD 1977 ( ).

En Afrique les données sur la DMA manquent. Cependant beaucoup de recommandations ont été formulées par les chercheurs.

SERRES et BERLANDIERE 1979 ( 30 ) à l'issue de leurs travaux sur l'utilisation des phosphates naturels du Togo chez les bovins du Tchad, recommandent la distribution de 30 g de phosphate (soit 0,35 g de fluor) par animal et par jour pendant deux périodes de deux mois chacune au cours de l'année.

En 1985, DIALLO (8) en utilisant les phosphates de TAIBA, THIES et MATAM dans une supplémentation énergétique, azotée et minérale en raison de 1,39 - 0,30 et 1,39 g/Al/j de fluor respectivement pendant 5 mois n'a pas noté de fluorose alors que NDIAYE (V) (22) à la même année et avec le phosphate de TAIBA en raison de 1,75 g de fluor par animal par jour pendant 4 mois a noté quelques lésions dentaires.

Cela s'explique par l'action des causes favorisantes de la fluorose. Cette DMA doit être déterminée non pas uniquement en fonction de la concentration en fluor de phosphates utilisés, mais aussi en fonction des conditions d'élevage et du coefficient d'utilisation digestive, du complément, de l'apport en Ca et P et du rapport Ca/P.

...../ /.....

Ces données sont bien connues pour les phosphates naturels du Sénégal (voir tableau n° 8 et 9) ce qui doit permettre une utilisation sans risque de toxicité.

## II.2. INTOXICATION PAR LE FLUOR.

Une concentration de fluor dans la ration supérieure à celles indiquées dans la D.M.A. provoque des dommages manifestes dont l'étendu dépend de la quantité ingérée et de la durée de l'administration ainsi on distingue :

### 2. 1. L'INTOXICATION AIGUE PAR FLUOR

Elle est toujours accidentelle et due à l'absorption massive d'une dose unique de composés fluorés. Elle est grave et mortelle à plus de 50.p 100 des cas, car à forte dose le fluor est un poison violent ( ).

Les manifestations sont des troubles digestifs nerveux et cardiomusculaire. Elle n'est pas observée avec les phosphates naturels (22).

### 2.2. L'INTOXICATION CHRONIQUE ( FLUOROSE )

#### - Définition (38)

La fluorose est une intoxication chronique par le fluor et ses dérivés naturelle ou consécutive à l'exploitation de certaines industries telles que celles de l'aluminium, du verre, du mica ou de la céramique atteignant surtout les animaux. Chez ceux-ci, elle se caractérise par un trouble du métabolisme du Ca et du P. et provoque des lésions dentaires et osseuses plus ou moins graves.

Dans le cas des phosphates naturels, elle fait suite à une administration continue et prolongée de minerais riches en fluor, dans le but d'apporter du phosphore aux animaux carencés.

#### - Etiologie

Le fluor grâce à son électronégativité très forte se substitue à certains anions dans l'organisme en particulier les ions hydroxydes. Il existe cependant des causes favorisantes et des causes déterminantes.

...../ /: 00000

. Les causes déterminantes

Le fluor contenu dans les phosphates naturels utilisés pour une complémentation minérale est la seule source capable d'engendrer la fluorose; la concentration des aliments de base souvent étant en dessous des recommandations. Le fluor de fourrage ingéré est peu assimilable.

. Les causes favorisantes

La réaction des animaux vis-à-vis de l'agent étiologique est variable avec les facteurs extrinsèques et intrinsèques.

- Les facteurs intrinsèques (dépendant de l'animal)

\* L'espèce joue un rôle important et on remarque que les bovins sont plus sensibles que les équidés au fluor.

\* La race : les vaches laitières sont plus sensibles que les races à viande.

\* Le sexe : son rôle est faible et serait lié au fait qu'il y a plus de femelles que de mâles.

\* L'âge. Les jeunes sont plus sensibles que les adultes. Ceci est lié à l'activité métabolique du squelette chez cette catégorie.

\* L'individu. Les réactions individuelles seraient liées aux variations de la consommation du complément.

.../...

ROYAUME INTER-ETATS  
DES SCIENCES ET MEDICINE  
GÉNÉRALIS DE DANAP  
BIBLIOTHEQUE

Les facteurs extrinsèques (indépendants de l'animal).

\* La concentration en fluor, des phosphates.

Les phosphates de Taïba sont plus toxiques que les phosphates de THIES.

\* La solubilité du dérivé fluore.

Elle détermine la biodisponibilité du fluor pour l'organisme, ainsi le fluorure de sodium est plus toxique que la fluorure de Ca.

\* Les facteurs hygiéniques

Une mauvaise alimentation, avec <sup>un</sup> déséquilibre du rapport phosphocalcique, la stress et les maladies intercurrentes entraînent une baisse de résistance prédisposant les animaux à la fluorose (38).

- La Pathogénie.

L'action toxique principale du fluor est la substitution aux ions hydroxylés (-OH) qui perturbe le métabolisme normal (38).

. Au niveau de la dent.

Le fluor s'accumule dans la dent en remplaçant les radicaux hydroxylés (-OH). L'action du fluor sur les adamantoblastes ou les améloblastes aboutit à la formation d'une matrice anormale. Il en résulte une minéralisation défectueuse et irrégulière de la dent. Une fois la dent complètement formée, il n'y a plus d'améloblaste pour former l'émail dans les zones où il n'existe pas (38).

.../...



Selon BURNS et ALL CROFT ( 2 ) l'hypoplasie de l'émail résulte non pas de la destruction d'un émail préexistant mais d'un défaut de formation.

Il est à remarquer que la partie de la couronne dentaire couverte par la gencive présente des lésions mais il n'y a pas la coloration brune. Cette coloration ne se produit que par oxydation des structures organiques de la dent.

. Au niveau de l'os.

Le fluor remplace l'ion hydroxyle de l'hydroxyapatite pour donner du fluoroapatite. Le taux de rétention fluorique de l'os s'affaiblit avec la diminution de ses radicaux hydroxyles.

Pour expliquer les lésions d'ostéoporose, d'ostéopétrose et de résorption osseuse lors de fluorose, des théories nombreuses ont été émises (38) . Nous pensons tout simplement que la nature de la lésion dépend de l'équilibre phosphocalcique préexistante (excès ou déficit de phosphore et/ou de calcium).

. Au niveau du rein

Le fluor exerce une action lésionnelle plus ou moins prononcée au niveau des cellules tubulaires ( 19 ) ..Ces troubles peuvent être à l'origine de néphrite chronique et d'une augmentation de la diurèse.

.. Etude clinique.

La fluorose se manifeste par des lésions dentaires et osseuses avec des répercussions graves sur la prise alimentaire et les productions animales. .../..

. Les manifestations dentaires

L'action toxique du fluor ne s'exerce sur la dent que pendant son développement. Cette action est maximale sur les bourgeons au moment de la différenciation de la dentine à partir de la papille conjonctive et de l'émail à partir des adamantoblastes (18).

Lorsque la fluorose s'installe, les dents deviennent crayeuses rugueuses et présentent de petites cavités à fon marron ou noir, ou des marbrures. L'usure est rapide et la chute des dents plus précoces.

Ces lésions dentaires peuvent être classées en différents stades (22).

Stade 1 : Présence d'ondulation à la surface de l'émail en face vestibulaire ;

Stade 2 : Présence de trous opaques ou blanchâtres d'étendue variable sur l'émail, à disposition plus ou moins irrégulière ;

Stade 3 : Atteinte sévère des dents avec présence de zones érodées punctiformes où étalées en surface, en bandes parallèles au bord libre. Il existe souvent des zones de coloration brune due à des dépôts d'origine alimentaire.

Stade 4 : Perte de substance au bord occlusal, où à la surface vestibulaire.

Une convention de notation a été proposée par MILLAUD et GODFRAIN (21) et se détermine ainsi :

.../...

0 = dent normale avec émail lisse, translucide, brillant ;

1 = effet douteux dans le cas de zones endémiques ;

2 = effet léger avec opacification légère de l'émail ;

3 = effet modéré et l'émail devient crayeux, strié ;

4 = effet marqué, l'émail crayeux s'érode avec présence de petites taches brunes.

5 = effet excessif, détermine de larges érosions de l'émail avec présence de grandes taches noires, usure excessive de la dent.

9 = dents de lait

#### . Les manifestations osseuses

La fluorose osseuse peut se présenter sous deux formes opposées, selon les conditions de départ et l'équilibre phospho-calcique . L'ostéopétrose où l'ostéoporose.

\* L'ostéopétrose : C'est une hypercalcification de la trame osseuse caractérisée à la radiologie par une densification de l'os qui devient dur et fragile.

\* L'ostéoporose : Elle est due à une décalcification de l'os et se traduit cliniquement par des douleurs de l'impotence, des désordres dans l'ossification. A la radiographie ; on a une transparence osseuse exagérée avec des traves plus nettes que d'ordinaire.

.../...

Ces chimiodystrophies osseuses sont plus tardifs, mais peuvent engendrer d'autres manifestations

. Les autres manifestations

\* Les boiteries.

Ce sont les premiers symptômes qui attirent l'attention et seraient dûs à l'ossification anormale des tendons et des articulations et à la formation d'exostose.

\* Les câles osseux.

Sont plus fréquents sur les côtes et font suite à la réparation défectueuse de fractures spontanées.

\* La polyurie

Elle serait due à une irritation rénale alors que le rein intervient dans l'élimination du fluor

\* Les pertes de productions

La diminution de l'appétit suite aux lésions dentaires entraîne un état de sous-nutrition, un amaigrissement plus une coxhexie. Les productions cutanées sont resperturbées ; les poils sont ~~du~~ durs, herrissés, les cornes poussent plus rapidement et les cuirs perdent leur souplesse.

- Diagnostic.

Il est épidémiologique, clinique et biochimique.

. Diagnostic épidémologique.

Autrefois la fluorose existait dans des zones endémiques où

.../...

le fluor se trouve en grande quantité dans le sol et dans les eaux.

Aujourd'hui, avec l'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail peut faire penser à la fluorose chez les animaux complémentés.

. Diagnostic clinique et lésionel.

L'apparition de boiteries inconstantes, de manifestations ostéodentaires et d'un état de cachexie peut être motif de suspicion de la fluorose en zone endémique ou chez des animaux complémentés aux phosphates naturels.

. Diagnostic de laboratoire.

Il consiste à des examens radiologiques pour déterminer des chondrodystrophies osseuses où même à des dosages biochimiques des os, de sang et de urines (voir tableau n°12 p. 53).

Le dosage du fluor dans les aliments et l'eau de boisson constitue des éléments de suspicions.

- Evolution et méthodes de lutte.

. Evolution

Les lésions ostéodentaires empêchent l'animal de s'alimenter ; il se produit alors un amaigrissement voir une cachexie et la mort si des mesures ne sont pas prises rapidement .

. Méthodes de lutte.

La fluorose s'installe progressivement. Il n'y a pas de traitement médicale spectaculaire. La lutte consiste à des mesures d'hygiène générale.

.../...

**TABLEAU N° 12 : DOSAGE DU FLUOR DANS L'URINE, LE SANG, LE LAIT :**  
**RECHERCHE DU NIVEAU DE SECURITE DU FLUOR DANS**  
**L'ALIMENTATION.**

!	F <sup>-</sup> dans l'Urine!	F <sup>-</sup> dans le !	F <sup>-</sup> dans la Sang	!
!	! (ppm)	! lait (ppm)!	(ppm)	!
!	Conditions normales	! 2,27 à 6,03	! Jusqu'à 0,12	Jusqu'à 0,30 !
!	Sans effets Préjudiciai !	!	!	!
!	bles	! 3,78 à 11,29	! jusqu'à 0,12	! Jusqu'à 0,30 !
!	!	!	!	!
!	Limite	! 8,04 à 14,78	! 0,08 à 0,15	0,15 à 0,40 !
!	!	!	!	!
!	Fluorose modéré	! 10,54 à 20,9	! 0,15 à 0,25	! 0,30 à 0,50 !

Source : Milhaud (G) et Godfrain (J.C) , 1975

Ces teneurs ne sont que des valeurs indicatives et peuvent variés avec plusieurs facteurs (âge, hygiène alimentaire ...) . Dans les conditions normales, la concentration de fluor sanguin de 0,30 est pour certains très élevé.

...../ /.....

- . Stoper l'ingestion du fluor
- . Eloigner la source de fluor de l'animal.
- . Favoriser l'élimination du fluor accumulé
- . Equilibrer l'alimentation et corriger le rapport P/Ca.

DEUXIEME PARTIE



ETUDE EXPERIMENTALE





CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I.1. MATERIEL.

1.1. LES ANIMAUX D'EXPERIENCE

Les animaux d'expérience sont des génisses Gobra âgées de deux à deux ans et demi au démarrage de la deuxième phase en Décembre 1990.

Les caractères ethnologiques du zébu gobra sont :

. Une tête longue, des cornes en lyre haute, des oreilles larges et dressées et un chauffrein rectiligne.

. Encolure courte et puissante chez le mâle, dispose de fanon très développé, parfois plissé ;

. Le ventre descendu et le dos rectiligne.

. Le bassin est large, les reins étroits et la croupe inclinée,

. La peau est épaisse et le poil court et

. la robe est généralement blanche, rarement paille-rouge ou froment.

Il existe des variétés de robe grise (23,24).

Ces animaux vivent dans le Sahel ; une zone aux caractéristiques climatiques rudes :

- Une température généralement élevée, dépassant souvent 40°C en saison sèche.

- Une domination de l'harmattan avec des vents chauds et secs d'origine continentale et

.../...

. Une pluviométrie faible ( $476,8^+_{-4}$ , 6mm en moyenne de 1934 à 1981 ( 37 ) avec une tendance générale à la baisse.-

Les animaux issus du CRZ ou achetés dans la zone p. sont bien adoptés aux conditions de l'élevage.

1- 2. LES COMPLEMENTS MINERAUX EN P.

Les compléments sont constitués par les phosphates naturels de TAIBA et de THIES et de la poudre d'os.

- Les phosphates naturels.

(VOIR TABLEAU N° 8 page 36 et N° 9 page 37 ).

Tableau N° 13

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA POUDRE D'OS.-

Minéraux	Composition Moyenne en Pourcentage
Calcium	19,9
Phosphore	10,2
Magnésium	2,18
Fer	0,31
Fluor	0,2
Silice	0,86
Cadnum	0,00021
Rapport Ca/P	1,9
Disponibilité Biologique	Haute

SOURCES( ZOMA : (37) ).

Ce sont les minerais à l'état naturel, réduit en poudre sans traitement préalable. Ils sont caractérisés par leur concentration en fluor (0,7 à 0,8 p.100 pour le phosphate de Thiès) et 3,5 à 3,7 p100 pour le P de Taïba. d'une part et d'autre part par leur rapport phospho-calcique (0,45 à 0,5 pour le phosphate de Taïba et 2 à 2,17 pour le phosphate de Thiès). (Voir les tableaux n°8 et 9).

- La poudre d'os.

Elle est achetée sur le marché ou fabriquée localement. Sa composition chimique (Tableau n°13) est proche des exigences biologiques.

### 1-3 LE MATERIEL TECHNIQUE:

- Le matériel de terrain.

C'est le matériel utilisé pour effectuer les prélèvements sur le terrain. Il s'agit de :

- . tubes de prélèvement d'urine en plastique,
- . tubes secs sous vide (Venoject) de 10ml,
- . tubes à hémalyse pour recueillir le sérum,
- . Portoirs
- . Port-tubes ou embouts,
- . Aiguilles à usage unique pour faire les ponctions veineuses,
- . centrifugeuse,
- . glacière et
- . de générateurs de froid.

.../...

- Le Matériel de laboratoire.

. Appareillage, il comprend

- \* électrode spécifique au fluor (9409)ORION<sup>o</sup>,
- \* Potentiomètre (Tacussel),
- \* Capsule à téflon pour contenir les solutions à doser,
- \* Agitateur magnétique avec bareau aimanté pour homogénéiser les mélanges,
- \* Chronomètre,
- \* Pipetman de 100 et 1000 $\mu$ L,
- \* Réfractomètre pour déterminer la densité des urines et
- \* Une calculatrice à fonction 2nd.

... Verrerie, elle comprend

- \* 5 fioles jaugées de 100ml
- \* 2 Erlenmeyers
- \* 1 pipette de 10ml avec une pipetteuse,
- \* 7 bocal en plastique de 100ml avec couvercle.

- Réactifs

- \* Solution standard de fluorure de sodium décimolaire fournie par ORION,
- \* Solution de remplissage fournie par ORION,
- \* Solution complexante TISAG avec CDTA utilisée comme tempon fournie également par ORION.
- \* Solution d'étalonnage préparée à partir de la solution standard en effectuant des dilutions au dixième.

.../...

I.2. METHODES

2.1. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

- Mode d'élevage.

Pour mieux se rapprocher des conditions naturelles, les animaux du projet "IMPHOS" au CRZ de Dahara subissent un élevage extensif amélioré.

L'alimentation est basée sur le pâturage naturel fourni par la parcelle A du centre.

La prise d'eau de boisson se fait une fois par jour au niveau de l'abreuvoir de la même parcelle.

- Mise en place des lots.

Quatre (4) lots de 15 genisses sont formés à partir d'une triple pesée effectuée les 27, 28 et 29 Décembre 1990. Le poids moyen de démarrage pour le troupeau est de 197,75 kg (e.t34,21) (voir tableau n°14) (p. 22)

- La distribution des compléments

Pour apporter du P., les trois lots reçoivent chacun une source de phosphate et le 4e lot représente le lot témoin.

Les quantités de phosphate et types distribués sont :

Lot 1 50g/j de Phosphate de TAIBA

Lot 2 100g:j de Phosphate de THIES

Lot 3 65g/j de poudre d'os.

.../...

La source de phosphate est incorporée dans 300g d'un mélange de 70p.100 de coque d'arachide et 30p.100 de mélasse.

Chacun des animaux reçoit son complément dans une cuve et chaque matin sauf les jours de dimanche ou de férié.

- Les prélèvements

Les prélèvements d'urine se faisaient avec un porte-tube conçu à l'extrémité d'un bâton, mais la vue du bâton faisait que les animaux arrêtaient d'uriner dès que l'on s'approchait d'eux. Nous avons alors fait les prélèvements en s'approchant d'eux avec le tube ouvert à la main.

Les prélèvements de sang se font avec des tubes sous-vide au niveau de la veine jugulaire pendant le passage au niveau du couloir.

- Les examens cliniques

Les animaux sont suivis par un berger pour signaler des comportements anormaux, surtout des boiteries ou fractures spontanées. Ceci permet un suivi sanitaire correcte du troupeau.

Des observations périodiques (durant les pesées) avec examen de l'état général et recherche de signe de fluorose éventuelle par une équipe plus qualifiée sont effectuées.

- Les mesures à effectuer

. Les consommations de phosphate

Elles sont déterminées chaque jour et pour chaque lot et représentent le pourcentage des animaux qui ont totalement consommés

.../...

leur complément par rapport aux animaux du lot.

La consommation individuelle par contre est mesurée sur les cinq derniers jours qui ont précédé les prélèvements et représente le pourcentage de jours que l'animal a totalement consommé son complément sur les cinq jours de distribution.

. Les concentrations de fluor.

Pour chaque période, des prélèvements de sang et d'urine sont effectués au hasard sur chaque lot en vue de déterminer la fluorurie et la densité des urines et la fluorémie.

. Autres mesures

Par la même occasion d'autres paramètres biochimiques et zootechniques sont effectués par ailleurs :

## 2.2. METHODES DE DOSAGE

- Les différentes méthodes (01, 05, 34 )

Il existe plusieurs méthodes de dosage du fluor telles que :

. Les méthodes analytiques classiques,

Elles sont basées sur les propriétés de l'ion fluorure à complexer de nombreux cations (Fer<sup>+++</sup>, Zirconium<sup>+++</sup>, thorium<sup>++++</sup>, Cerium<sup>+++</sup> et lanthane<sup>+++</sup>). On peut distinguer :

.../...



\* La méthode colorimétrique de BOER à l'alizorine sulfonate de sodium en présence de Zirconium (05, 22 )

\* La formation de complexes colorés et

\* La méthode volumétrique de WILLARD et WINTER.

. Les méthodes à électrode spécifique au fluor

\* La potentiométrie ou ionométrie directe.

A partir d'une courbe d'étalonnage, on trouve la valeur de la concentration à partir de la valeur du potentiel mesuré.

Cela nécessite des conditions identiques de force ionique, de concentration, d'agents complexants et de température entre la solution d'étalonnage et de mesure.

\* Les titrages potentiométriques.

Elles sont basées sur les réactions de **neutralisation** complexation, précipitation ou d'oxydo-réduction en combinaison avec la potentiométrie.

\* La méthode des ajouts dosés

Le potentiel initial mesuré est déséquilibré par l'addition d'une petite quantité de solution 100 fois plus riche en fluor, ce qui nous permet de déterminer la concentration de fluor initiale.

.../...

Dans notre travail nous avons choisi cette dernière méthode pour sa simplicité, sa spécificité et sa disponibilité.

- Le dosage.

. Principe de l'électrode spécifique (01, 05).

L'électrode spécifique au fluor est une électrode solide dont la membrane est constituée d'un sel insoluble de l'ion fluorure.

Le principe de la construction de l'électrode est similaire à celui de l'électrode de PH en verre, excepté le fait que le matériau de la membrane est un cylindre constitué d'un cristal de fluorure de métal rare comme le lanthane ( $\text{LaF}_3$ ), le néodymium ( $\text{NdF}_3$ ) ou le Protactinium ( $\text{PrF}_3$ ).

Les fluorures de métaux rares sont les seuls cristaux dont les conductance résulte de la mobilité des ions fluorures dans le réseau cristalin. Cet effet est renforcé en rajoutant au cristal un ion bivalent comme l'euprasiolite.

L'électrode est donc constituée par un monocristal de fluorure de lanthane, dopé à l'europium fixé à l'extrémité d'un tube de polyvinyle contenant une solution de fluorure et de chlorure de concentration fixés dans laquelle plonge une électrode d'argent.

Le potentiel de cette électrode est mesuré par rapport à celui d'une électrode de référence de calomel.

.../...

La cellule de mesure peut être représentée par le schéma suivant :

Ag/AgCl, Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> /LaF <sub>3</sub>	Solution	Référence
	inconnue	
	(F <sup>-</sup> )	

Pour faire des dosages assez précis avec l'électrode spécifique, il faut disposer d'un millivoltmètre à haute impédance d'entre. (05)

#### Technique de dosage

La technique des ajouts dosés permet des mesures dans des milieux très complexes sous certaines conditions. Elle comprend différentes étapes :

#### \* Préparation des solutions

A partir de la solution mère de NaF ( $10^{-1}$  M/L) on effectue des dilutions au dixième pour obtenir des solutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$  M/L

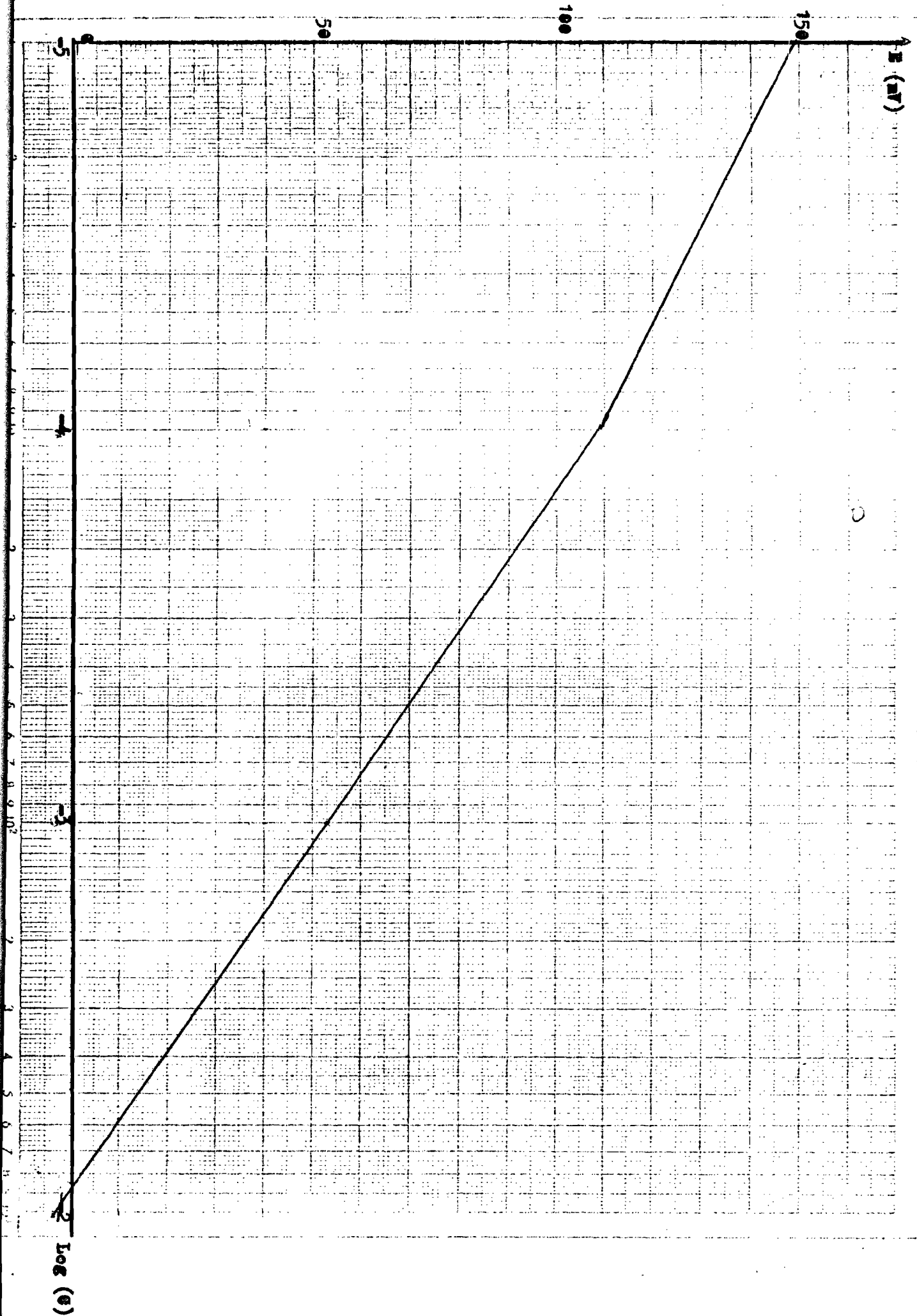
#### \* Détermination de la pente de l'électrode .

A partir des solutions diluées nous effectuons des dosages en partant de la solution la moins concentrée.

Sur papier semi logarithmique, nous traçons la courbe  $E = F(C)$  ( figure n° )

La pente est le nombre de millivolts nécessaire pour passer d'une puissance de dix à une autre puissance de dix consécutive en concentration (05).

.../...



\* Le dosage proprement dit.

Après avoir vérifié les paramètres de l'électrode (sensibilité et reproductibilité), on effectue une première mesure de potentiel. Dans une prise d'essai de 10ml de TISAB (Total ionic strength of buffer) avec CDTA (cyclohexane diamine tétra-acetic acide) ce qui donne la valeur de  $E_1$ . On ajoute un volume d'une solution de NaF cent fois plus petite (100 $\mu$ l), approximativement cent fois plus concentrée pour obtenir un déplacement de l'équilibre en  $E_2$  tel que  $E_1 - E_2$  soit comprise entre 10 et 20mV. (5,34).

On répète la même opération pour obtenir  $E_3$  qui nous permet d'avoir deux mesures de la concentration et de faire la moyenne.

Calcul des résultats

A partir de l'Equation de NERNST,

$$E = E_0 + \frac{RT}{Z.F.} \log (a) \text{ et}$$

de la relation entre activité et concentration ionique  $a = \frac{c}{\gamma}$ , on démontre

que :

$$C_1 = \frac{C_s V_s}{V_e} \cdot \left[ \frac{1}{10^{(E_2 - E_1)/P}} - 1 \right]$$

$$C_m = \frac{C_1 + C_2}{2} \quad \text{avec :}$$

$E$  = potentiel d'équilibre.

.../...

$\frac{RT}{ZiF}$  Ont leurs valeurs habituelles.

a : Activité de l'ion  $F^-$

C = Concentration de l'ion  $F^-$

$\gamma$  : Coefficient d'activité du fluorure

$V_e$  : Volume de l'échantillon

$V_s$  : Volume de la solution standard et

CS : la concentration standard.

### 2-3. LA REFRACTOMETRIE

Elle est effectuée au réfractomètre type "ATAGO"

Une goutte d'urine est déposée sur la prisme de référence et recouverte par une lame transparente (prisme d'éclairage).

La lecture se fait à travers la lunette de l'appareil et sur la colonne de valeur de gauche pour la densité des urines. Elle varie de 1,000 à 1,050.

### 2-4. METHODE D'ANALYSE STATISTIQUE

Dans ce travail, on cherche à mettre en évidence les variations de la fluorurie ou de la fluorémie pouvant être liées à la consommation du complément.

Les tableaux de valeurs et de graphiques sont effectués sur ordinateur Mac Intosh de l'E.I.S.M.V. Des informations complémentaires sont effectuées à la calculatrice.

.../...

Les tests portant de l'hypothèse que la distribution des paramètres est de type Gaussienne avec moyennes et écart-type . Les écarts entre deux moyennes sont considérés significatifs à  $P < 0,05$ , très significatifs à  $P < 0,01$  et hautement significatif à  $P < 0,001$ .

## CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Ces résultats sont issus de 16 mois d'expérimentation et concernent :

153 prélèvements d'urines analysés entre les mois d'Avril 1991 et Avril 1992.

125 prélèvements de sang analysés entre les mois de Juillet 1991 et Avril 1992.

Ils seront présentés dans des tableaux de valeurs et de figures.

La discussion nous permettra d'éclaircir certains éléments sur la complémentation en phosphates naturels et les risques de fluorose.

### II.1. RESULTATS

Ils sont présentés en trois rubriques :

- . Les examens cliniques ;
- . Les consommations des compléments et
- . Les concentrations de fluor.

#### 1-1 EXAMENS CLINIQUES

- L'état général est dans l'ensemble médiocre. Deux animaux du lot 1 et un de chacun des autres lots ont été retirés de l'expérimentation pour être sauvés.

.../...



- L'examen spécial.

Aucune pathologie réelle pouvant être rattachée aux t concentrations de fluor dans les compléments n'est observée. Cependant des débuts d'opacification légère et des taches brunes pouvant atteindre deux (2) sur les note de MILHAUD ( 21 ) commence à apparaître sur les dents, lors de la dernière pesée en Avril 1992. Ce qui fait qu'une attention toute particulière doit être portée sur les examens futurs.

#### 1.2. LES CONSOMMATIONS DE PHOSPHATES

Les consommations moyennes des lots par période depuis le début de l'expérimentation sont données dans le tableau n°P<sup>10</sup> et sur la fig. n°(p. 7);

- une analyse comparative des moyennes par la consommation montre que :

. En tenant compte des mois, il y a une différence significative entre le lot 3 et les autres pour la plupart des mois d'administration.

. Compte tenu des moyennes annuelles, le lot 3 qui est supérieur de façon significative ( $P < 0,05$ ) au lot 2 en première année, devient très significativement supérieur ( $P < 0,01$ ) aux autres lots.

.../...

**TABLEAU N° 15 : CONSOMMATION DE COMPLEMENT MINERAL PAR PERIODE**  
**( EXPRIME EN % D'ANIMAUX AYANT TOTALEMENT CONSOMMES ).**

Périodes	Lot 1	Lot 2	Lot 3
16 . 1 . 91 au 11. 2. 91	67,2 ± 13,8	35,4 ± 13,6	87,5 ± 5,8
12 . 2 . 91 au 12. 3. 91	66,9 ± 9,3	54,7 ± 12,3	84,3 ± 7,4
13. 3. 91 au 8. 4. 91	80,9 ± 8,1	63,8 ± 12,8	91,3 ± 5,8
9. 5. 91 au 6. 5. 91	76,5 ± 9,1	68,6 ± 11,6	93,3 ± 8,7
7. 5. 91 au 3. 6. 91	85,2 ± 7,5	66,4 ± 11,5	96,5 ± 7,7
4. 6. 91 au 1. 7. 91	87,3 ± 9,6	66,4 ± 9,3	90,3 ± 11,4
2. 7. 91 au 9. 7. 91	76,0 ±	59,9 ± 7,3	85,3 ± 12,9
10. 7. 91 au 16. 12. 91	ARRET DE	LA	DISTRIBUTION //////////////
17. 12.91 au 27. 1. 92	45,18 ± 22,9	41,69 ± 24,5	92,4 ± 9,9
28. 1. 92 au 24. 2. 92	72,7 ± 9,4	76,23 ± 14,3	99,1 ± 2,2
25. 2. 92 au 24. 3. 92	63,8 ± 10,9	64,3 ± 13,6	91,6 ± 10,1
25. 3. 92 au 22. 4. 92	65,2 ± 8,4	76,2 ± 8,1	98,0 ± 4,6
Moyenne des Lots	71,53 ± 11,30	61,24 ± 12,31	91,78 ± 4,63

Consommations (%)

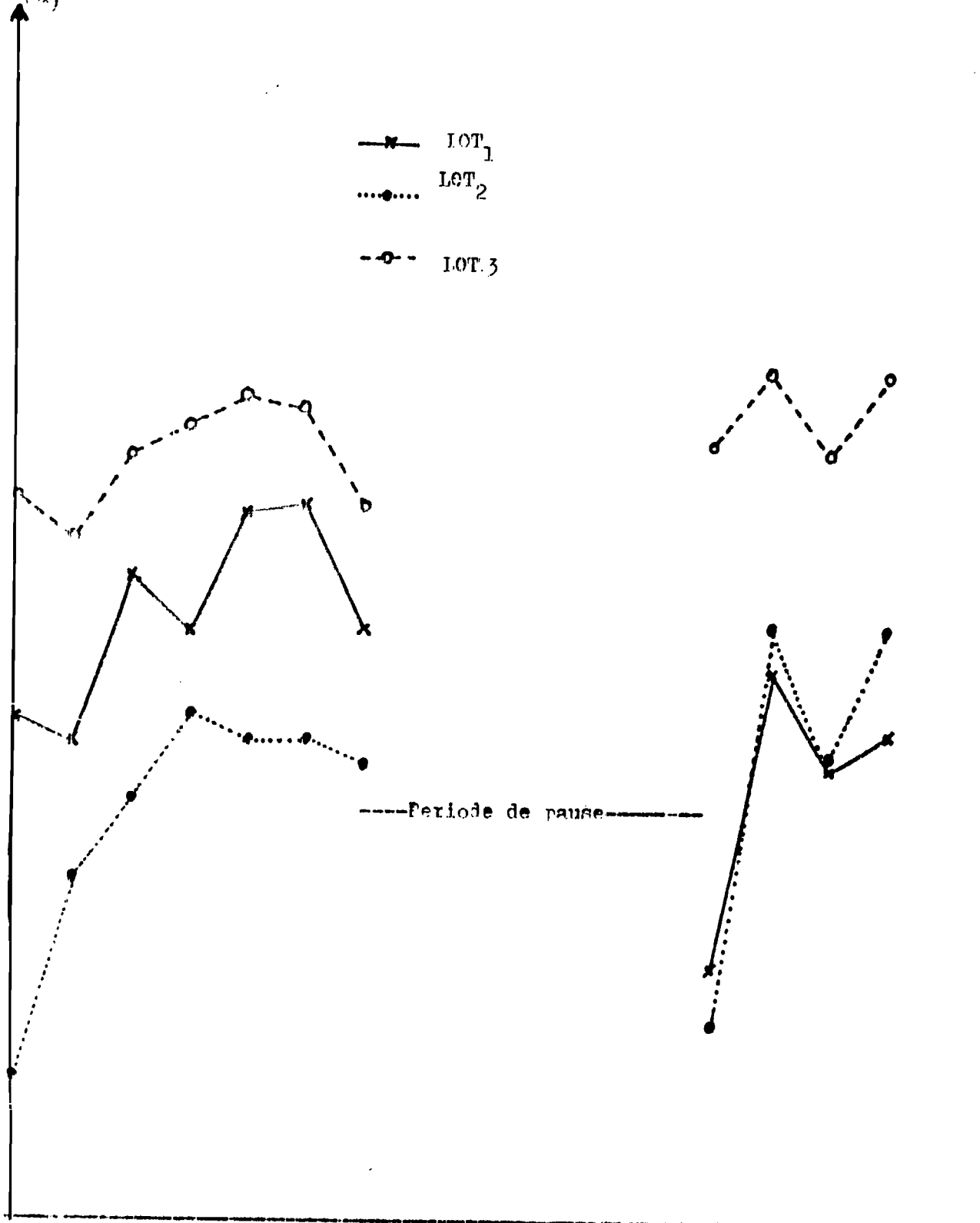
—x— LOT<sub>1</sub>

...•... LOT<sub>2</sub>

-o- LOT<sub>3</sub>

-----Periode de pause-----

Temps (mois)



Mois	Avril 91	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Mars 92	Avril 92
I. Moyen	36,53	17,85	15,62	11,21	16,72	13,58	11,03	11,19	14,30	12,48
e.t.	22,50	2,52	3,48	0,02	4,05	-	0,21	0,52	3,19	0,91
eff.	4	3	4	2	2	1	2	3	6	4
II. moyen	31,59	12,59	27,14	1,96	11,17	3,21	13,44	1,57	1,52	1,21
e.t.	6,44	4,78	-	0,45	3,47	1,12	1,28	1,31	0,75	0,25
effec.	5	4	1	5	5	3	4	6	6	4
III. moyen	7,98	1,58	10,40	0,61	11,38	1,37	1,19	0,70	1,37	1,75
e.t.	1,98	1,13	8,92	0,15	0,70	0,28	0,33	0,24	0,54	1,61
effec.	3	5	6	3	2	3	3	2	8	8
IV. moyen	15,14	4,23	2,76	1,57	2,41	0,39	0,64	2,40	2,11	1,39
e.t.	0,94	2,70	0,49	0,60	0,87	-	0,12	1,36	1,87	0,92
effec.	2	4	4	3	2	1	2	3	6	9

LES  
 TABLEAU N° 16 : RESULTATS DES DOSAGES DU FLUOR DANS <sup>V</sup>URINES : CHEZ DES GENÈSES DE ZEBUS GOBRAS.

...../ /.....

Figure n°9 : Evolution de la fluorurie chez les génisses zébu Gobra recevant des phosphates naturels (Avril 1991 à Avril 1992)

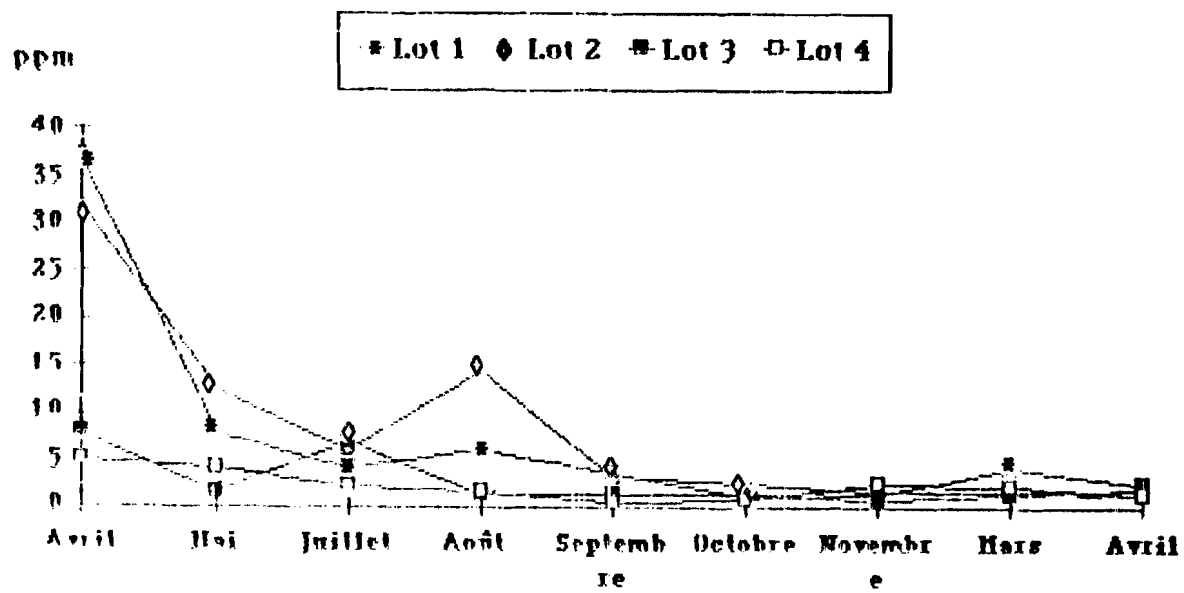
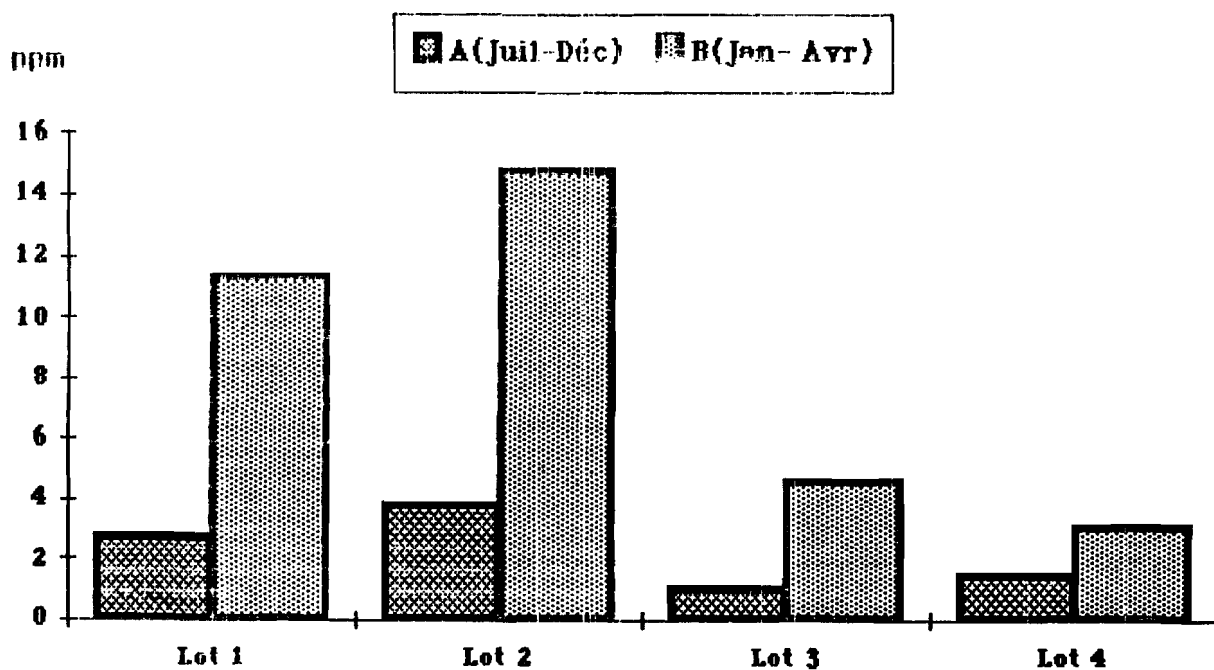


Figure n°8 : Comparaison entre la période de distribution (Janvier-Avril) et de non distribution (Juillet-Décembre) des phosphates naturels (moyennes de la fluorurie par lot).



[ ] en Fluor ( ppm )

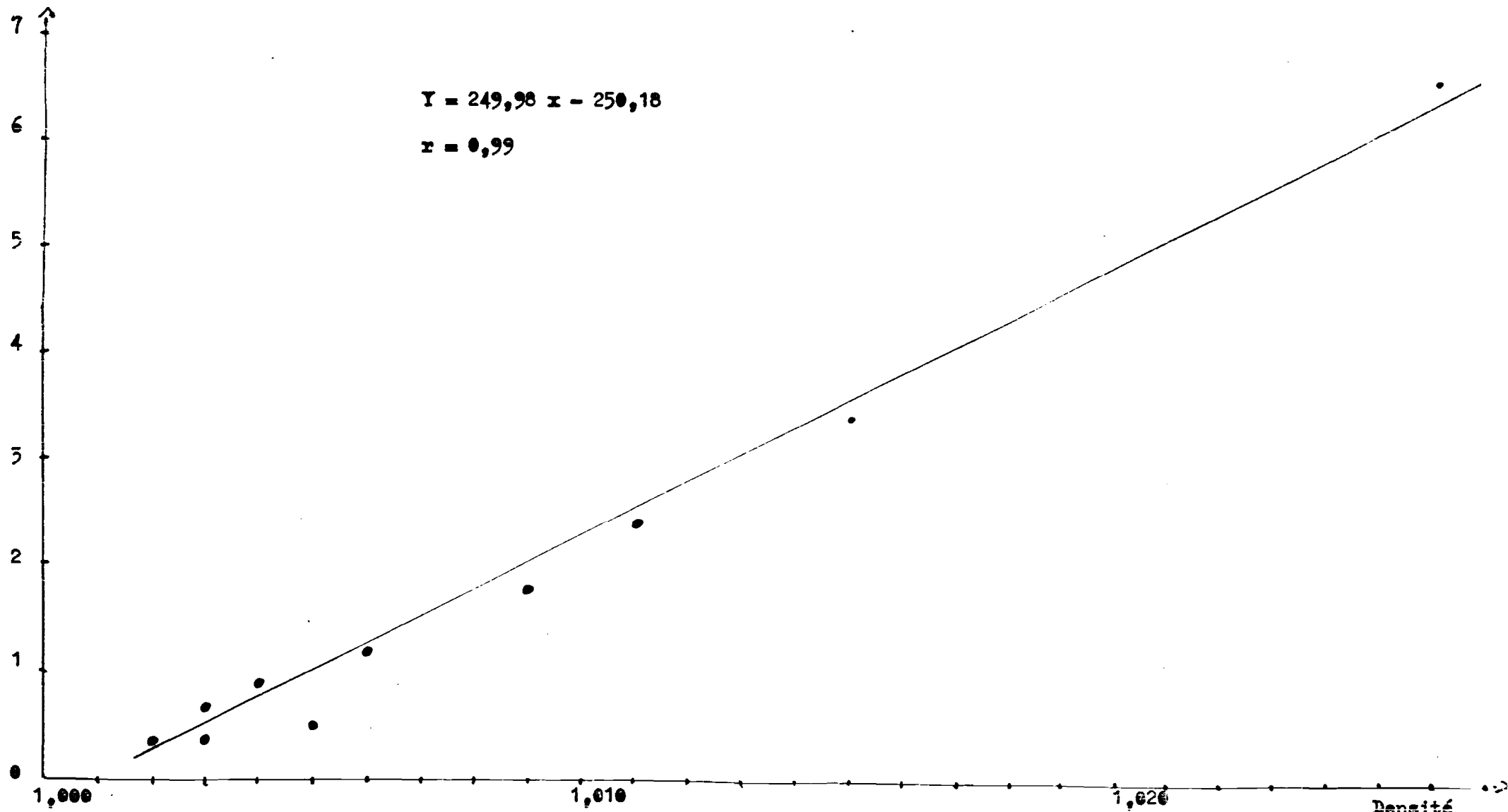
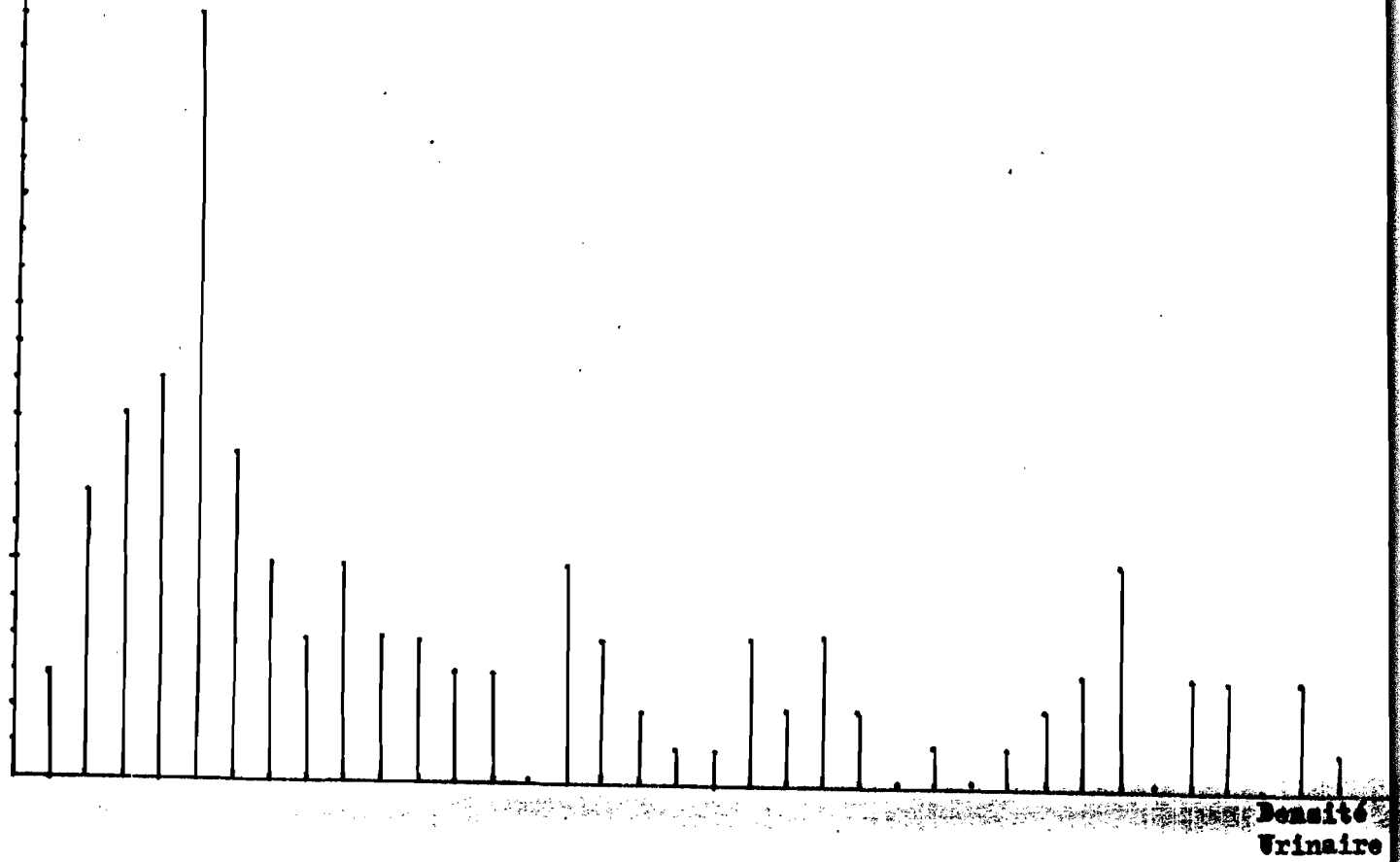


Figure n°

Droite de regression de la Fluorine en fonction de la densité.

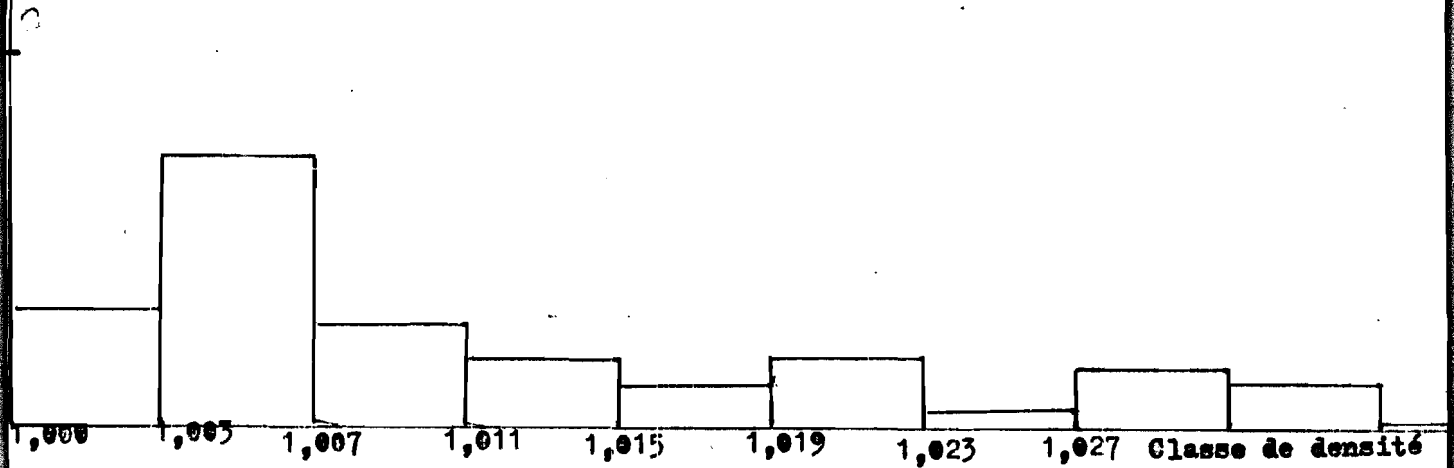
Densité  
urinaire

Figure N° Diagramme en batons de la densité urinaire



quence (%)

Figure n° Histogramme des fréquences de densité urinaire





Mois	! !	Juillet	! Septembre	! Octobre	! Novembre	! Décembre	! Janvier	! Mars	! Avril	!
! s	! !	!	!	!	!	!	!	!	!	!
! moyen	!	0,14	! 0,12	! 0,06	! 0,06	! 0,08	! 0,32	! 0,27	! 0,28	!
! e;t	!	0,05	( 0,03	! 0,02	! 0,01	! 0,01	! 0,10	! 0,20	! 0,13	!
! effect	!	4	! 4	§ 4	! 4	! 4	! 4	! 4	! 4	!
! Moyen	!	0,11	! 0,08	! 0,05	! 0,06	! 0,10	! 0,12	! 0,11	! 0,21	!
! ne	!									
! e.t	!	0,02	! 0,01	! 0,01	! 0,02	! 0,02	! 0,04	! 0,05	! 0,05	!
! effec	!	04	! 4	! 04	! 4	! 4	! 4	! 4	! 4	!
! Moyen	!	0,09	! 0,08	! 0,03	! 0,05	! 0,08	! 0,09	! 0,07	! 0,11	!
! ne	!									
! e.t	!	0,03	! 0,02	! 0,01	! 0,02	! 0,02	! 0,01	! 0,01	! 0,01	!
! effec.	!	4	! 03	! 3	! 4	! 4	! 4	! 4	! 4	!
! Moyen	!	0,10	! 0,08	! 0,03	! 0,06	! 0,06	! 0,09	! 0,12	! 0,06	!
! ne	!									
! e.t	!	0,02	! 0,01	! 0,01	! 0,01	! 0,01	! 0,01	! 0,01	! 0,02	!
! effec	!	4	! 3	! 4	! 4	! 4	! 4	! 4	! 4	!

Tableau N° 17

Résultats des dosage de Fluor dans le sang chez les génisses  
des ZEBUE GOBRAS.

Figure n°9 : Evolution de la fluorémie chez des génisses zébu Gobra recevant des phosphates naturels (Juillet 1991 à Avril 1992)

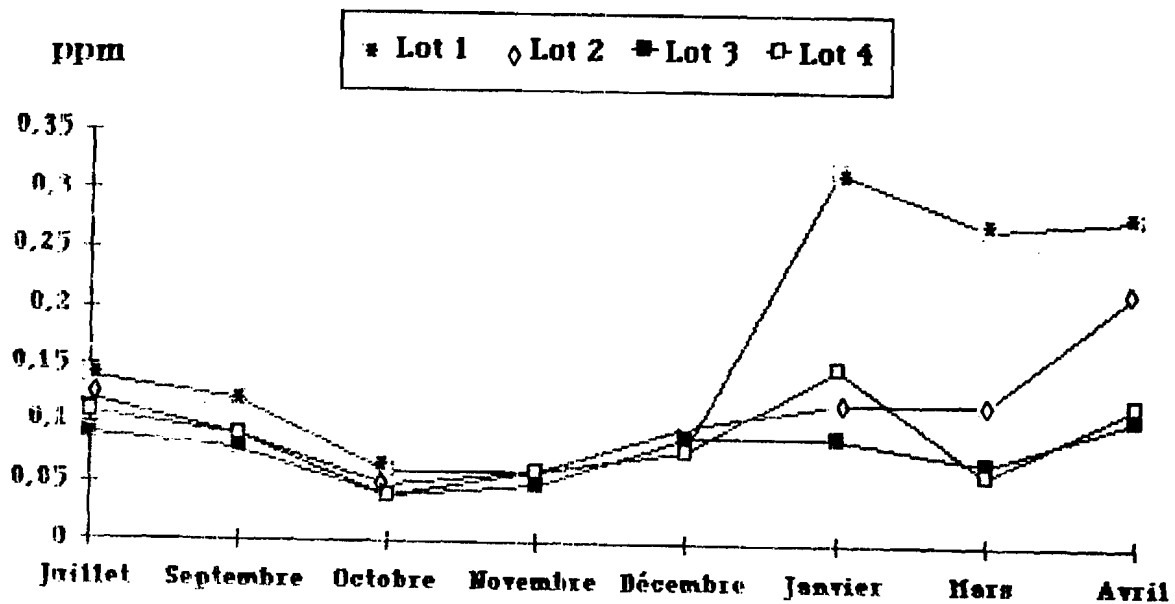


Figure n° 10 : Comparaison entre la période de distribution (Janvier-Avril) et de non distribution (Juillet-Décembre) des phosphates naturels (moyennes de la fluorémie par lot).

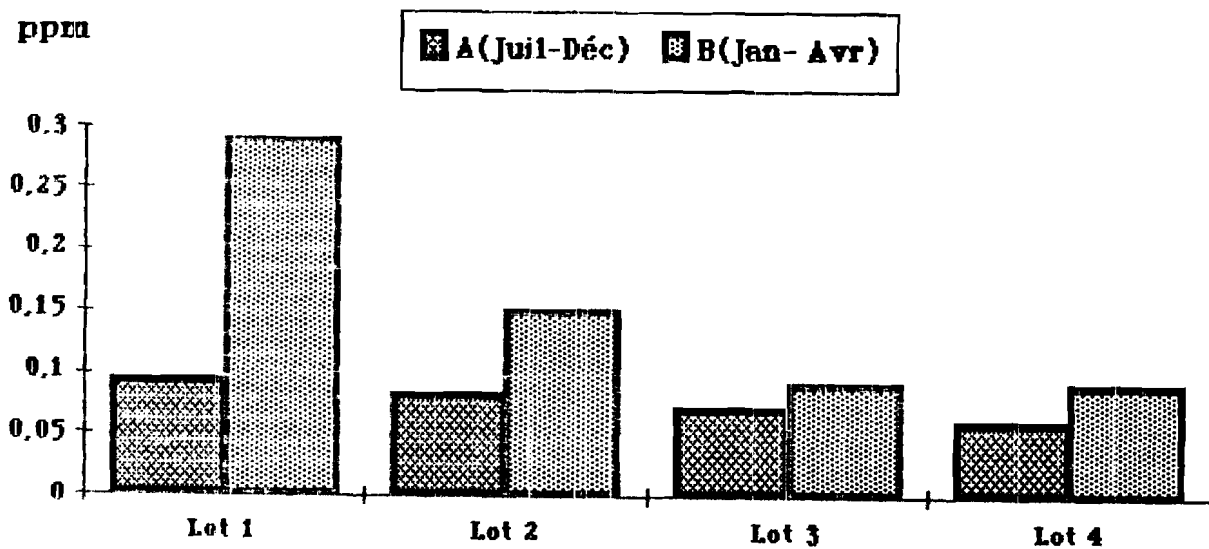


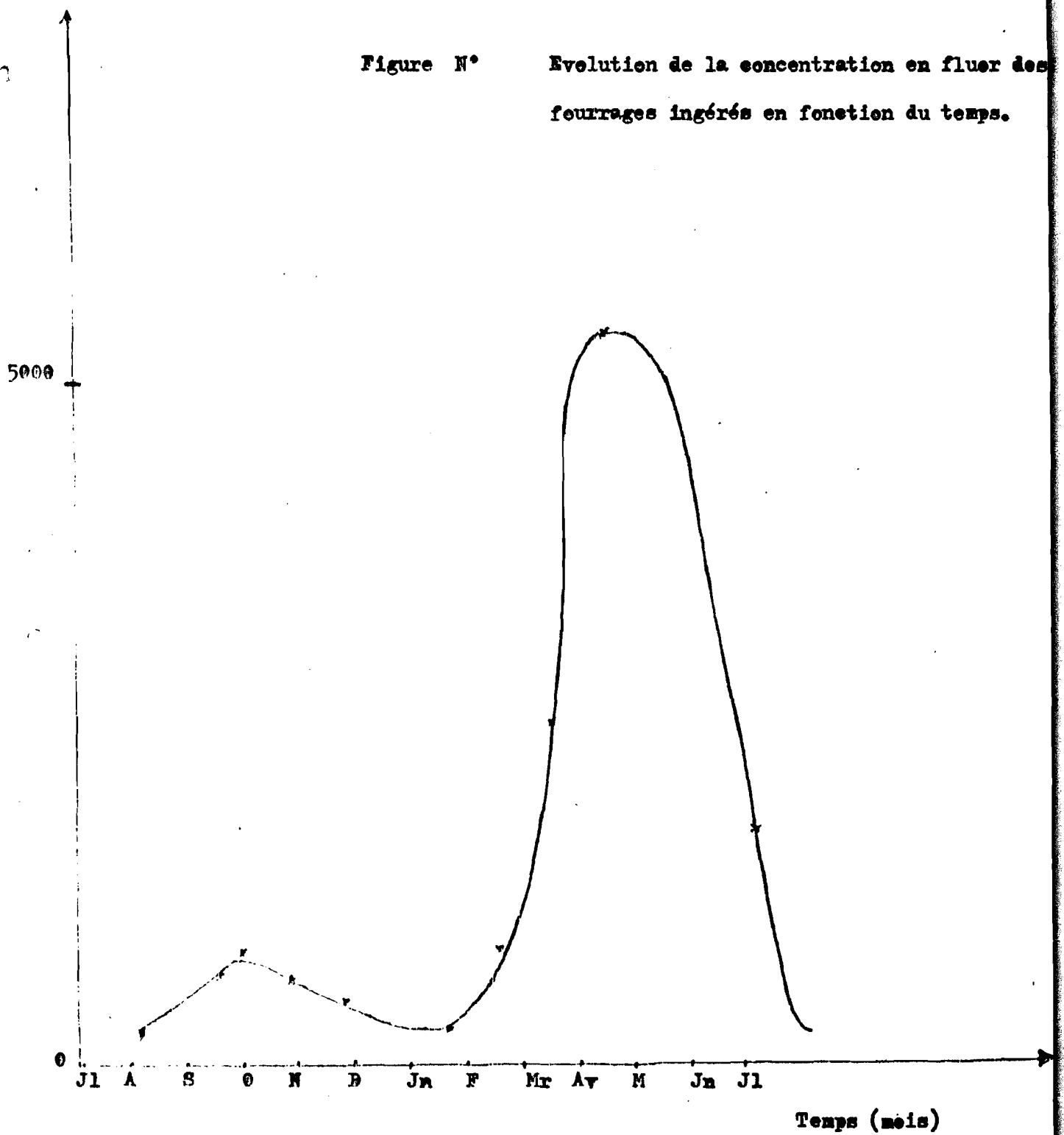
TABLEAU N° 18

Teneur en Fluor du Fourrage ingéré.

! Date de Récolte	! Teneur en Fluor (ppm)	!
! 1 <sup>o</sup> Août 1988	! 250	!
! 16 Janvier 1989	! 370	!
! 03 Juillet 1989	! 1690	!
! 14 Jui Septembre 1989	! 750	!
! 24 Octobre 1989	! 620	!
! 21 Novembre 1989	! 500	!
! 26 Septembre 1990	! 810	!
! 13 Février 1990	! 810	!
! 12 <sup>rs</sup> Mars 1990	! 2440	!
! 10 Avril 1990	! 5250	!

[ ] de fluor (ppm)

Figure N° Evolution de la concentration en fluor des fourrages ingérés en fonction du temps.



-Il n'y a pas de différence significative entre les lots 3 et les autres lots si on considère la moyenne générale de toute la période de distribution.

- Une analyse comparative entre les moyennes globales sans tenir compte des lots montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre la première et la deuxième année de distribution.

Un examen de la figure n° 1 ~~10~~ montre que le lot 1 a une évolution plus irrégulière et en première année. En revanche tous les lots ont une évolution très irrégulière en deuxième année.

### 1 - 3 LES CONCENTRATIONS DE FLUOR.

Ces résultats concernent la fluorurie et la fluorémie mais également les taux de fluor dans les eaux et les fourrages.

- La Fluorurie.

Elle est présentée avec la densité urinaire dans le but d'obtenir une meilleure interprétation des concentrations urinaires.

.Concentrations urinaires de fluor.

Les résultats sont présentés dans le tableau n° 16, ~~176~~ et sur les figures n° 2 p. 77

Une analyse comparative des moyennes de la concentration permet de voir que :

Compte tenu du mois de prélèvement : il y a une différence significative entre les moyennes du mois d'Avril 91 et les autres mois, du mois de Mai et le mois d'Avril 92, du mois de Juin avec tous les mois sauf le mois d'Août.

Compte tenu des lots et des périodes de distribution il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de fluorurie par lot entre les périodes de distribution et non distribution.

. Compte tenu des lots et des périodes de distribution, il n'y a pas de différence significative

. Compte tenu des lots durant toute la durée de l'expérimentation, nous avons des différences significatives ( $P < 0,05$ ) des moyennes de fluorurie entre d'une part les lots complétés aux phosphates naturels et d'autre part les lots non complétés aux phosphates.

Une observation faite pendant les analyses nous a montré une certaine proportionnalité entre la densité et la concentration de fluor urinaire (fig n° 2).

#### Densité urinaire.

Une étude statistique des densités des prélèvements d'urine (fig. moy et., et signification) permet de distinguer 3 catégories d'urine:

1<sup>ère</sup> Catégorie : urines de densité supérieure à 1,025 avec une moyenne  $dm_1 = 1,031 \pm 0,003$ .

2<sup>ème</sup> Catégorie : Urines de densité comprise entre 1,015 et 1,025 avec une densité moyenne  $dm_2 = 1,018 \pm 0,003$ .

3<sup>ème</sup> Catégorie : urines dites résiduelles de densité inférieure à 1,015 avec une densité moyenne  $dm_3 = 1,006 \pm 0,003$ .

Ces trois catégories d'urine présentent des différences de moyenne de densité très significative ( $P < 0,01$ ). (voir figures n° 3 et 4, p. 78) Sur la base de cet hypothèse, nous avons classé les concentrations des urines en fonction de leur catégorie de densité. Ce qui nous permet une comparaison de variables de même nature.

.../...

. Fluorure et densité

Une comparaison des moyennes de fluorure en tenant compte de leur catégorie de densité, en fonction des mois et des lots on note que :

\* Au niveau de la catégorie 1

Pendant les mois d'Avril le lot 1 est significativement supérieur au lot 2 qui est significativement supérieur aux lots 3 et 4.

La différence n'est pas significative entre le lot 3 et 4.

\* Au niveau de la catégorie 3 (la plus fréquente)

. Pendant le mois de Mai.

Les lots 2 et 1 sont significativement supérieur aux lots 3 et 4.

. Pendant le mois de Juin.

Pas de différence significative entre les lots.

. Pendant le mois de Juillet.

Le lot 2 devient significativement supérieur aux autres lots.

Le lot 1 est toujours supérieur de façon significative aux lots 3 et 4, qui eux ne diffèrent pas toujours.

En résumé on note que :

. Pendant la distribution, les lot 1 est significativement supérieur aux autres lots. Le lot 2 est significativement supérieur aux lots 3 et 4. Les lots 3 et 4 ne diffèrent pas entre eux.

\* Un mois après l'arrêt de la distribution (juillet) le lot 2 devient significativement supérieur aux lot 1, 3 et 4.

.../...



- La fluorémie.

Elle est présentée dans le tabl. N° 7 sur la figure n° 5 p. 81

L'analyse comparative des concentrations moyennes du fluor dans le sang entre les lots nous permet de constater que le lot 1 est significativement supérieur aux autres lots.

L'analyse comparative des concentrations moyennes de fluor dans le sang entre les mois montre que :

Le mois de Juillet est significativement supérieur aux mois d'octobre et novembre.

Le mois de janvier est significativement supérieur aux mois de septembre, octobre, novembre et décembre.

Le mois de mars est significativement supérieur aux mois d'octobre et novembre.

Le mois d'Avril est significativement supérieur aux mois de juillet, septembre, octobre, novembre et décembre.

L'analyse comparative des moyennes de fluorémie entre les périodes de distribution et de non distribution montre une différence très significative entre des moyennes de fluorémies des lots 1 et 2.

L'analyse comparative des moyens de fluorémie par lots entre la saison des pluies et la saison sèche montre une différence significative.

Une analyse de variance factorielle à deux facteurs (lots hautement et mois) sur la concentration est  $\chi^2$  significative ( $P = 0,001$ ).

Un examen de la figure n° 7 montre une chute de la fluorémie sur tous les lots pendant l'arrêt de la distribution et une remontée

.../...

brutale en janvier qui sera atténuée en mois. Surtout pour les lots 1 et 2.

En résumé les mois d'administration sont supérieurs aux mois de la période de pause.

- autres concentrations de fluor.

. Le taux de fluor dans l'eau de maison a été déterminé. Il est de 1,2ppm, et se situe au seuil de tolérance du taux de fluor qui est de 1,3ppm ( - ).

. Le taux de fluor dans les fourrages.

Ils sont présentés dans le tableau N°12 et sur la courbe n°13 sans tenir compte de l'année de prélèvement. Une analyse comparative permet de distinguer un effet de la saison sur la concentration de fluor dans le fourrage.

## II. DISCUSSIONS.

Elle portera sur le protocole expérimental, les analyses chimiques et les résultats ; et aura une valeur d'interprétation, de critique et de suggestions.

### 2-1. LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Plusieurs travaux (18, 29) ont relaté les premières périodes du projet "IMPHOS". Les protocoles expérimentaux ont été bien étudiés.

En ce qui concerne cette seconde période de la deuxième phase, notre discussion s'intéresse à la distribution des phosphates, aux prélèvements et aux mesures de la consommation.

- La distribution des compléments.

Sur la base des travaux précités les distributions continues de 50g/ de phosphate de TAIBA et 100g/j de phosphate de Thiès sont retenus.

.../...

L'administration est individuelle et permet de distribuer respectivement 1,5 à 1,75g/j et 0,8g/j de fluor aux lots 1 et 2.

Cependant ces éléments sont fixés sans aucune étude valable au préalable sur les limites et risques de fluorose. Ce à quoi le projet "IMPHOS" doit faire face maintenant.

Dans la première période de cette deuxième phase des valeurs de fluorures moyennes élevées ( 18,4ppm avec une extrême de 21,28 ppm sur le lot 1ts) ont été trouvées par NGOANDE (5) ( 23 ) sans pour autant qu'ont ait une indication sur les doses journalières admises des phosphates naturels du Sénégal.

Cependant l'élément le plus important dans ce protocole est la distribution continue, vue la race et la spéculations visées. Genisse Gobra pour la reproduction et la production laitière).

- Les prélèvements.

. Les prélèvements de sang pour le dosage du fluor posent le problème des quantités importantes (30ml) ; ce qui n'est pas facile avec des particuliers. Au niveau du centre, se pose un problème d'ordre matériel avec l'utilisation de nombreux tubes;

. Les prélèvements d'urine par contre sont beaucoup plus faciles. Il se pose seulement le caractère aléatoire des choix des animaux et des catégories des urines. Les résultats en sont doublement affectés. SHUPE (JL) (31) préconise de choisir les urines de densité 1,040 ; valeur que nous n'avons pas obtenue dans nos prélèvements. C'est pourquoi nous avons catégorisé les urines pour pouvoir comparer les concentrations de fluor entre les lots ; néanmoins les résultats restent toujours assez fluctuants.

.../...

- Les mesures de consommation

Les mesures de consommation par lot ne sont que des notions indicatives de l'acceptation des phosphates naturels par les animaux mais ne permettent pas de déterminer les quantité de fluor ingérée par lot.

Les consommations individuelles elles aussi ne permettent pas de déterminer la quantité de fluor ingérée par lot. Cependant elles peuvent expliquer certaines disparités intra-groupes.

Cet impossibilité de déterminer les quantités de fluor ingérées explique la difficulté de trouver une forte relation entre la consommation et les paramètres déterminés.

Contrairement à la méthode utilisée par SERRES et BERTHAUDIERE (30), la méthode par ingestion volontaire ne permet pas de donner des valeurs précises sur la dose journalière admise.

Une mesure des refus permettrait de rechercher une relation entre le niveau de consommation et les concentrations de fluor.

2 - 2 L'ANALYSE CHIMIQUE PAR LA METHODE DES AJOUTS DOSES.

C'est une méthode qui sur le plan technique est précise (surtout quand on se trouve dans les zones de faible concentration) et fiable.

Cependant sur le plan pratique, elle pose le problème du temps d'équilibre. Ce temps est d'autant plus grand que la concentration en fluor est faible. Malgré cette contrainte de temps, nous avons accordé l'importance à la précision. C'est ainsi que les solutions de

.../...

forte concentration ont été diluées pour se situer dans la zone de linéarité et pour avoir un coefficient d'activité ionique très très élevé.

De ce fait le temps nécessaire pour déterminer la concentration d'un échantillon pouvait atteindre 30 mn.

### 2-3 LES RESULTATS

#### - Les examens cliniques

Des cas de dénutrition prononcée ont été notés aussi bien sur les lots complémentés que sur celui du témoin. Ceci peut être attribué à la pauvreté du pâturage pendant la saison sèche de l'année 1991.

L'examen spécial ne montre aucune pathologie pouvant être liée au fluor des phosphates naturels comme dans les travaux antécédents (18 - 22 - 23 - 37 ).

L'ingestion des phosphates à volonté permettrait aux animaux de maintenir un seuil de fluorémie qui n'est pas pathogène à court terme. Cependant nul ne peut dire qu'il va y avoir de fluorose à long terme.

#### - Les consommations de phosphate.

Après la période d'adaptation, les consommations par lot deviennent d'abord importantes puis suivent des évolutions irrégulières.

.../...

Nous remarquons également que les concentrations de fluor dans le sang ne dépassent jamais 0,50 ppm.

Le mécanisme de régulation de l'ingestion des compléments n'étant pas encore élucidé, nous pensons qu'il est la résultante des mécanismes de régulations pour l'ensemble des éléments chimiques qu'ils contiennent dont le fluor. Il existerait alors un seuil de fluorémie qui agirait en "feed back" sur la consommation des phosphates jusqu'à ce que l'excès du fluor dans le sang soit particulièrement éliminé ou incorporé dans l'organisme.

Si cette hypothèse était vérifiée, on pourrait expliquer l'évolution irrégulière de la consommation tant par lot que par individu.

- la fluorurie

les résultats de la fluorurie montre que :

l'administration des phosphates naturels en 1991 a entraîné l'élévation de la fluorurie.

L'arrêt de l'administration de phosphate naturel entraîne une chute des concentrations de fluorurie des lots testés qui deviennent proches des valeurs du lot témoin. (1,48ppm<sup>+</sup> - 0,86 sur toute la période de pause).

Cette chute est plus lente avec le phosphate de THIES (lot 2-). En effet ce lot qui avait une fluorurie inférieure de façon significative (p 0,05) en lot 1 avant l'arrêt devient significativement supérieur (p 0,05) à ce dernier. Ce qui veut dire que le phosphate de TAIBA ; bien que plus riches en fluor (3,7p.100) est plus facile à éliminer. Cela s'explique par sa faible solubilité critique (22).

La reprise de la distribution n'est pas suivie d'une remontée brutale et importante de la fluorurie. Cela peut être attribué aux catégories

.../...

d'urine prélevée dont la densité est trop faible (3e catégorie).

Dès lors, nous retenons que les premières urines sont nécessaires pour des études précises de la fluorurie. Cela confirme la recommandation de SHUPE d'utiliser des urines de densité 1,040 (31).

~ La fluorémie.

Elle fait mieux ressortir les effets de la complémentation en phosphates naturels.

. Effet de la saison.

Nous avons considéré le lot 4 (Témoin) pendant les deux saisons.

La moyenne de la fluorémie en saison sèche (0,09) est significativement supérieure ( $P < 0,05$ ) à celle de la saison des pluies (0,006 ppm). Nous avons considéré que cela est lié à l'évolution des concentrations de fluor dans les fourages ingérés.

. Effet du type de phosphates.

Le type de phosphates affecte la fluorémie. Ainsi le lot 1 et 2 présentent sur toute la durée de l'expérimentation des valeurs supérieures.

Le lot 1 a une fluorémie moyenne de 0,17 ppm avec des moyennes mensuelles extrêmes de 0,06 et 0,32 ppm.

Le lot 2 suit avec une fluorémie moyenne de 0,11 ppm avec des limites extrêmes de 0,05 à 0,22 ppm.

Le phosphate de TAIBA, bien que quantitativement plus faible (50g/j), apporte plus de fluor (1,50 à 1,75g/j). Ainsi le lot 1 présente des moyennes de fluorémie mensuelles plus élevées par rapport au lot 2 pendant la durée de distribution.

.../...

. Effets de l'administration de phosphates.

L'arrêt de la distribution entraîne une baisse sensible de la fluorémie. Cette fluorémie à la longue devient plus faible pour le lot 1 ( $0,08\text{ppm} \pm 0,01$ ) contre  $0,10\text{ppm} \pm 0,02$  pour le lot 2 au mois de Décembre.

Le mois d'administration (Janv. Février et Avril) ont les moyennes de fluorémie les plus élevées. C'est dans cette période que nous avons les valeurs individuelles les plus élevées.

2654 L1 :  $0,60\text{ppm}$  en Mars

2666 L :  $0,26\text{ppm}$  en Avril.

. Effet de la consommation

Les individus qui ont totalement consommé leur complément pendant les derniers jours qui ont précédé les prélèvements présentent les fluorémies les plus élevées. qui va dans le sens de notre hypothèse sur la régulation de la consommation des phosphates naturels par la fluorémie.

Cependant cet effet de la consommation ne peut être codifié de façon précise dans ces conditions de mesure.

Cette discussion nous a permis de voir les effets en complémentations relatifs à la fluorose. Elle montre également le problème que l'on rencontre avec la fluorurie. Cette fluorurie varie avec plusieurs facteurs. (type de phosphate, densité, prélèvement et variation individuel etc...

Alors nous proposons la fluorémie comme paramètre de diagnostic de la fluorose.



**CONCLUSION GENERALE**

---

---

La production animale comme stratégie pour atteindre l'auto-suffisance alimentaire, passe nécessairement par la maîtrise des grandes pathologies animales, et par l'amélioration des facteurs de reproduction et de la production et surtout de l'alimentation.

Dans ce chapitre de l'alimentation, la complémentation minérale constitue un facteur important. Cependant le coût des minéraux importés est un frein dans la vulgarisation des résultats déjà disponibles.

C'est dans ce cadre de recherche de solution à cela qu'il faut placer les essais de distribution des phosphates naturels du Sénégal chez les différentes races bovines.

Notre travail a porté sur l'utilisation des phosphates naturels chez des génisses de Zébu Gobra de 2 ans au démarrage de l'expérimentation en Décembre 1990.

Nous avons cherché à étudier l'évolution de deux paramètres que sont la fluorurie et la fluorémie et les comparer chez les différents lots.

Les résultats après 16 mois d'expérimentation avec 13 séries de prélèvements d'urine pour un effectif de 153 échantillons dosés et 8 séries de prélèvements de sang pour 125 échantillons de sérum dosés, ont montré que :

L'administration des phosphates naturels a considérablement augmentée la fluorémie. Les moyennes des lots complémentés aux phosphates naturels sont nettement plus élevées pendant la période d'administration.

.../....

Cependant les valeurs trouvées sont relativement inférieures à celles trouvées par NDIAYE (V) ( 22 ). Cela peut être attribué aux races bovines étudiées et peut expliquer que nous n'ayons pas obtenus les mêmes lésions de fluorose.

. L'arrêt de l'administration a un effet inverse sur la fluorémie et la fluorurie, comme l'ont d'ailleurs montré plusieurs auteurs. Les valeurs que nous avons trouvées durant la période de pause sur les différents lots ne varient pas de façon significative par rapport à celle du lot témoin.

La fluorurie ne peut être interpréter sans tenir compte de la densité urinaire et que les urines de densité comprise entre 1,025 et 1,050 donnent les résultats les plus précis.

Cela rejoint la recommandation de SHUPE à savoir ; choisir les urines de densité 1,040. Cela veut dire qu'il faut prélever les premières mixtions.

Le phosphate de TAIBA est plus facile à éliminer que le phosphate de THIES. Ceci va dans le sens des résultats de L'IMVT ( 22 ) sur la solubilité critique et la biodisponibilité des deux types de phosphates du Sénégal.

La concentration en fluor des fourrages ingérés semble avoir un incident sur la fluorémie. Cependant il faut que des études plus poussées nous disent la relation qui existerait entre ces deux paramètres.

.../...

Nous retenons à la fin que ; 16 mois de distribution de phosphates naturels du Sénégal (50g/j de P. de TAIBA et 100g/j de P. de THIES) à des Génisses de Zébu Gobra avec une pause de 5 mois, durant la saison des pluies, ont influencé l'évolution de la fluorurie et de la fluorémie mais n'ont pas entraîné de lésion de fluorose. Ainsi nous pensons que ces phosphates naturels peuvent être administrés à ces doses sans risque de fluorose a moyen terme.

Sur le plan pratique ; le dosage du fluor dans le sang est difficile techniquement mais plus fiable que le dosage de la fluorurie qui est facile mais nécessite le choix des premières mixtions.

Dans l'avenir, nous suggérons de déterminer les refus individuels pour étudier les relations entre la consommation de fluor des phosphates naturels et les paramètres qu'elle influe et d'étudier le mécanisme de la régulation de l'ingestion du fluor.

BIBLIOGRAPHIE

UNIVERSITÉ  
DE DAKAR  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
LABORATOIRE DE BACTÉRIOLOGIE

1- ABIOLA, F.A. :

Pollution de l'environnement par des effluents industriels.  
Dosage de fluorure, du cadmium et de chrome en milieu marin.  
D.E.A. : Toxic. Fondam. et appl. à l'environnement et aux  
industries pharmaceutiques et agro-alimentaire.  
Paris VII : 1986.

2- BURNS, K.N. et ALLCROFT, R. :

Fluorosis in Cattle : occurrence diagnosis and alteration.  
Publikation der IV internationalen tagung der  
Weltgesellschaft für biotick. 4 bis 9 August 1966 in Zurich.

3- CALVET, H. ; PICART ; P. ; DOUTRE, M et CHAMBRON, J.

Aphosphorose et botulisme au Sénégal.  
Rev. Elev. Méd. Vet. pays trop., 1965, 18(3) : 249-282.

4- CALVET, H.

Le Botulisme animal au nord du Sénégal.  
Econ. Méd. Anim., 1971, 12 (2) : 63-77

5- COLLOMBEL, C. ; BUREAU, J. et COTTE, J. :

Dosage des fluorures dans les eaux et les urines au moyen d'une  
électrode spécifique.  
Annales pharmaceutiques français, 1971, 29 (11) : 541-552.

6- CONRAD, J.H. ; MC DOWELL, L.R. ; ELLIS, G.L. et LOOSKI, J.K. :

Minéraux pour les ruminants de pâturage des régions tropicales.  
Bul. dépt.zocl. ; C.A.T. - Univ. de Floride Gainesville et  
USAID, 1985

## 7- CROBET, M. :

Etude expérimentale de la fluorose caprine.

Thèse : Méd. Vet. : Alfort ; 1980 ; 18.

## 8- DIALLO, I. ; SOW, R. ; NGOMA, A., et DIOP, B. :

Utilisation des blocs mélasse-urée comportant trois sources de phosphates naturels (Matam, Taïba et Thiès) dans un essai de complémentation destinée a des Génisses Gobra en élevage extensif (83-90) in rapport annuel du C.R.Z.

Dahra - I.S.R.A. - C.R.Z - 1985 - 4P.

## 9- FALL, S.T. ; DIOP ; FRIOT, D. et M'BAYE, ND. :

Projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail. Phase I : Deuxième rapport.

Dakar : I.S.R.A., 1988... 22p.

## 10- FARDEAU, J.H.

Les compléments minéraux chez la vache laitière.

Thèse : Méd. Vét. : Toulouse : 1979 ; 80.

## 11- FLAMA, J.T. and ENDER, F. :

Industriel fluorosis in cattle in Norway.

Publikation der iv internationalen tagung der welgesellschaft für biotick, 4 bis, 9 August 1964 in Zurich.

## 12- FRIOT, M. et CALVET, H.

Etude complémentaire sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal.

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

## 13- GOURARI, N.

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

Thèse : Méd. Vét. : Lyon : 1975 ; 14.

## 14- GUEGUEN, L.

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

Ann. Zott. 1961, 10 (3) : 1977-196.

.../...

15- GUEGUEN (L) La complémentation minérale des régimes 1972 à base de céréales pour ces ruminants. L'utilisation des céréales (grains) dans l'alimentation des ruminants. Versailles : CNR A, 1972.

16- GUEGUEN, L. Le Métabolisme du calcium chez les ruminants : "physiologie comparée des échanges calciques".  
Villeurbanne : Simep, 1973.- 68-78.

17- GUEGUEN, L. :

Quelques facteurs nutritionnels influant sur l'acération Osseuse et l'excrétion urinaire du calcium.  
"Physiologie comparée des échanges calciques".  
Villeurbanne : Simep, 1973.- 80-87.

18- KADORO, N.E.

Contribution à l'étude de la complémentation en phosphates naturels sur certains constituants minéraux sériques chez le Zébu Gobra.  
Thèse : Méd. Vet. ; Dakar ; 1988 ; 53.

19- KESSABI, M. et BRAUN, J. :

Néphrotoxicité du fluor : une revue  
Rev. Méd. Vét., 157 (5) : 435-439.

20- KESSABI, M.

Métabolisme et biochimie toxicologique du fluor : une revue  
Rev. Méd. Vet., 1984 135 (8 - 9) : 497-510.

21- MILHAUD, G., et GODFRAIN, J.C.

La fluorose bovine d'origine industrielle  
Rec. Méd. Vet., 1975, 191 (5) : 265-272.

.../...

22- NDIAYE, V. :

Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux : cas du Sénégal.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 1985- 91.

23- N'GOANDE, S. :

Elimination de fluor dans les urines chez le Zébu Gobra : influence de la complémentation en phosphates naturels du Sénégal.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1990 ; 7

24- PAGOT, J.

L'Elevage en pays tropicaux.

Paris : Ed. Maisonneuve et la rose ; A.C.C.T., 1985.- p.

25- PHILLIPS, UOALL (D.H.) et KELLER (R.P.)

A report on fluorosis in cattle in the colombia river valey.  
The cornel Veterinarian, 1952, XLII : 159-184.

26- PROMAYRAT, B.M.M. :

Etudes sur la fluorose bovine en Mauricienne

Thèse : Méd. Vet. : Toulouse : 1969 ; 13.

27- ROBERTO, P.J.

Les Bases de l'alimentation du bétail.

Padoue : Univ. Padoue, 1986.- p.

28- SAWADOGO, G.I. et THOUVENOT, J.P. :

Enzyme, principaux constituants minéraux et organiques sériques chez le zébu Gobra du Sénégal, effet de l'âge et du sexe.

Rév. Méd. Vet. ; 1987 (5) : 443-446.

29- SENE, M. :

Etude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur les constituants biochimiques sériques du Zébu Gobra au Sénégal. Thèse : Méd. Vet. : Dakar ; 1990 ; 14.

.../...



30- SERRES, H. et BERTHAUDIERE, L. :

Essais de distribution discontinue de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux.

Rev. Elev. Vet. pays trop., 1979, 32 (4) : 391-399.

31- SCHUPE, J.L. ; HARRIS, L.E.; GREENWOOD, D.A. ; BUTCHER, J.E. and NIELSON, H.M. :

The effects of fluoride on Dairy Cattle, fluorine in the urine as an estimation of fluorine in take.

Am. J. Res. : 1963 : 24 (99) : 300-306.

32- SHUPE, J.L. ; MINER, M.L. ; GREENWOOD, D.A. ; HARRIS, L.E. and STODDARD ; G.E. :

The effects of fluorine on dairy cattle : Clinical and pathological effects.

Am. J.Vet. Res. 1963, 24 (102) : 964-979.

33- SUTTIE, J.W. Air quality Standards for the protection of farm animals from fluorides Journal of the Air pollution. Association 1969,19 239-291.

34- TACUSSEL, J et FOMBON, J.J. les électrodes spécifiques : Domaine d'utilisation et conditions de réponse optimale : Formation permanente : Texte N°781.

Villeneuve : Ed. SOLEA - Taccussel., 1983.- 23p.

35- THONGANE, Y.

Contribution à l'étude de l'alimentation minérale des bovins au Sénégal "les macro-éléments".

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1982 ; 23.

.../...

36- UNDERWOOD, E.J.

Trace Elements in human and animal nutrition.

New York : Academic Press, 1977.-p.

37- ZOMA, N.I.

Contribution à l'étude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur certains constituants biochimiques sériques chez le Zébu Gobra.

Thèse : Méd. Vet. : Dakar : 1989 ; 49.

38- ZOUAGUI, H.

Contribution à l'étude de la fluorose chez les grands et petits ruminants au Maroc.

Thèse : Méd. Vét. Toulouse : 1973 ; 53.

39- ZUNDEL, G.

Critique de la thèse de E.W. ALTHER.

"Recherches chimiques et biochimiques sur la fluorose chez les boeufs.

Rec. Méd. Vét. ; 1963 169 (1) : 59-67.

## SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

-----

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

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

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

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

LE CANDIDAT

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

VU  
LE DOYEN  
de la Faculté de Médecine  
et de Pharmacie

LE PRESIDENT DU JURY

Vu et permis d'imprimer.....  
DAKAR, le.....

LE RECTEUR : PRESIDENT DU CONSEIL PROVISOIRE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR