

ECOLE INTER-ÉTATS DES SCIENCES ET MÉDECINE VÉTÉRINAIRES  
E. I. S. M. V.

ANNÉE 1990 N° 14



**ETUDE DES EFFETS DE LA COMPLEMENTATION EN PHOSPHATES  
NATURELS SUR LES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES SÉRIQUES  
DU ZEBU GOBRA AU SENEGAL**



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

**T H E S E**

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

par

**Malick SENE**

né le 17 Mars 1960 à KAHONE (Sénégal)

- Président du Jury : Monsieur René NDOYE  
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeur et Rapporteur de Thèse : Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres : Monsieur Papa El Hassane DIOP  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Monsieur Malang SEYDI  
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar

# **LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT**

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

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

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

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

Papa El Hassane	DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Frank	ALLAIRE	Assistant
Nohé	DIOUF (Melle)	Moniteur

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

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

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

Melang	SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Ibrahima	SALAMI	Moniteur

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

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

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

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

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

Théodore	ALOGNINOJWA	Maître de Conférences Agrégé
Roger	PARENT	Maître-Assistant

Jean PARANT Maître-Assistant

Yalacé Y. KABORET Assistant

Lucien MBEURNODJI Moniteur

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

François Adébayo ABIDLA Maître de Conférences Agrégé

Moctar KARIMOU Moniteur

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

Alassane SERE Professeur titulaire

Moussa ASSANE Maître-Assistant

Mohamadou M. LAWANI Moniteur

Lota Dabio TAMINI Moniteur

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

Germain Jérôme SAWADOGO Maître de Conférences Agrégé

ADAM ABOUNA Moniteur

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

Kodjo ABASSA Assistant

Mobinou A. ALLY Moniteur

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

Tchala KAZIA Moniteur

**\* PERSONNEL VACATAIRE**

**- Biophysique**

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

**\* PERSONNEL EN MISSION**

(Prévu pour 1989-1990)

**- PARASITOLOGIE**

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

**- PATHOLOGIE PORCINE ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE**

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



J  
E

D  
E  
D  
I  
E

C  
E

T  
R  
A  
V  
A  
I  
L

-

**JE DEDIE CE TRAVAIL**

\*\*\*\*\*

- A **ALLAH**, LE CLÉMENT ET MISERICORDIEUX
- A la mémoire de mon père : **BABACAR SENE**  
à qui j'ai toujours attaché une grande affection.
- A ma mère : **PENDA SENE**  
puisse ce travail être le fruit de tes énormes sacrifices  
trouve ici, le témoignage d'une profonde affection.
- A toute ma famille : oncles, tantes, frères et soeurs,  
neveux, nièces.
- A tous ceux qui m'ont encadré de près ou de loin au cours  
de ma scolarité.
- A mes anciens maîtres, mes amis et camarades
- A tous mes aînés de la profession
- A tous ceux qui ont oeuvré à l'élaboration de ce travail
- A la mémoire de **YACINE NDIAYE**
- A mon village natal KAHONE
- A MA PATRIE LE **SENEGAL**

A

H  
O  
S

H  
A  
I  
T  
R  
E  
S

E  
T

J  
U  
G  
E  
S



# A NOS MAITRES ET JUGES

\*\*\*\*\*

- A Monsieur RENE NDOYE

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

Vous nous faites un très grand honneur en acceptant  
de présider notre jury de thèse. Votre disponibilité  
permanente nous a profondément marqué.

- A Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO

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

Vous avez inspiré et guidé ce travail.

En vous cotoyant, nous avons apprécié  
votre dynamisme et votre humanisme.

Trouvez ici, l'expression de notre  
profonde gratitude.

- A Monsieur Papa El Hassane DIOP

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

Nous ne saurions vous remercier assez de l'intérêt  
que vous n'avez cessé de porter à notre formation  
et du grand honneur que vous nous faites en acceptant  
de juger notre travail. Nous vous exprimons ici, nos  
sentiments de reconnaissance et de profond respect.

- A Monsieur Malang SEYDI

Professeur Agrégé à l'Ecole Inter-Etats des Sciences  
et Médecine Vétérinaires (EISMV) de DAKAR.

Nous vous exprimons notre gratitude pour la disponi-  
bilité et les conseils que vous avez bien voulu nous  
prodiguer durant notre formation.

Trouvez ici les marques de sympathie que vous nous  
avez manifestées en acceptant de juger notre travail.

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

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

Il est communément accepté que la sous-alimentation constitue l'une des contraintes les plus importantes de la productivité des animaux de pâturages dans les pays tropicaux.

Le manque d'apport énergétique et protéique adéquat est souvent considéré comme étant la principale raison de production animale médiocre dans les tropiques.

Cependant plusieurs chercheurs ont constaté que les bovins dépérissent parfois en dépit d'une provision alimentaire abondante. Les déséquilibres minéraux (carences ou excès) dans les sols et les fourrages ont été considérés, depuis longtemps comme les causes majeures de production et reproduction médiocres chez les ruminants de pâturage dans les régions tropicales et plus particulièrement sahéliennes.

Les maladies épuisantes, la perte de poils, les désordres cutanés, l'avortement non infectieux, la fertilité médiocre et le pica sont autant de symptômes souvent caractéristiques des carences minérales à travers le monde. Plusieurs expériences ont montré que les fourrages poussant sur les sols tropicaux sont déficients en plusieurs éléments minéraux majeurs et mineurs essentiels à l'animal. Ainsi des travaux menés au Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires (LNERV) et au Centre de Recherche Zootechnique de Dahra Djoloff (CRZ) ont montré que les étiologies des maladies telluriques comme le botulisme, le charbon bactérien et le charbon symptomatique, sont liées à une polycarence en minéraux et surtout à une hypophosphorose consécutive à une carence en phosphore des végétaux et des eaux d'abreuvement.

Par conséquent, il est d'une nécessité impérieuse que ces éléments minéraux soient administrés sous forme de suppléments pour promouvoir une production animale rentable dans les régions sahéliennes.

Au Sénégal, malgré les contraintes qui s'opposent à l'utilisation des phosphates naturels, il y a un enjeu économique et une question de disponibilité qui justifient les travaux de recherches pour déterminer leurs conditions d'utilisation en alimentation animale comme complément minéral.

C'est dans ce cadre que l'Institut Mondial des Phosphates (IMPHOS) a accepté de financer un programme de recherche commun à l'Institut Sénégalais de Recherche Agricoles (ISRA) et l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de DAKAR (EISMV) sur l'utilisation en saison sèche des phosphates naturels pour une complémentation des bovins.

Notons néanmoins que des travaux antérieurs ont été effectués dans ce domaine au LNERV et au CRZ de Dahra Djoloff. Ces essais de la complémentation minérale sont nets et positifs sur l'évolution pondérale des animaux en saison sèche ; les animaux traités résistent mieux aux conditions défavorables du milieu et à de nombreuses maladies, ainsi leur état général s'améliore avec un rééquilibrage des différents paramètres biochimiques.

Cependant, les phosphates utilisés au cours de ces travaux ont posé un problème d'intoxication chronique par le fluor ce qui limite leur utilisation en alimentation animale.

Les résultats issus des travaux de SERRES et BERTAUDIÈRE (65) sur l'utilisation des phosphates naturels du Togo pour la complémentation phospho-calcique des bovins du Tchad ont permis aux chercheurs du LNERV d'élaborer un programme

proposant l'utilisation discontinuée des phosphates de Taïba pour une complémentation des bovins du Ferlo (70).

Récemment, DIALLO et Coll. (17) ont élaboré un protocole expérimentale dans lequel les trois types de phosphates produits au Sénégal seront utilisés dans la fabrication de blocs urée-mélasses, pour la complémentation minérale et azotée des génisses Gobra dans le but de définir l'effet du fluor à long terme.

Aujourd'hui, le problème de l'alimentation des animaux dans la zone sahélienne est connu et les recherches dans ce domaine montrent que les performances des animaux ne peuvent être optimisées qu'en présence d'une alimentation suffisante et équilibrée.

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

Le travail que nous présentons ici est une continuation de ceux réalisés par KANDORO en 1988, (41) et par ZOMA en 1989 (67). Nous nous proposons de contribuer à l'étude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur les constituants biochimiques du Zébu Gobra.

Il a été réalisé dans le laboratoire du département de Physique et Chimie Biologiques et Médicales de l'EISMV, dont l'un des objectifs majeurs est l'étude des valeurs des constituants sériques et leurs facteurs de variations chez les animaux domestiques, (1), (52), (59), (60), (62), (63), (23), (15).

Dans une première partie bibliographique, nous ferons le point sur quelques généralités à savoir :

- L'importance de la complémentation minérale
- les phosphates naturels ; avantages et inconvénients liés à leur utilisation.
- le projet IMPHOS.

Dans une seconde partie nous présenterons :

- L'expérimentation à Sangalkam (Sénégal)
- les discussions et perspectives.

**P R E M I E R E   P A R T I E**



## CHAPITRE I : LA COMPLEMENTATION MINERALE :

### 1.- DEFINITION

La complémentation minérale consiste à ajouter à la ration représentée par la matière sèche, les minéraux indispensables dont elle est dépourvue ou en contient des proportions insuffisantes pour les besoins des animaux ; dans le but de la rendre complète.

A partir de cette définition, il apparaît que pour formuler un complément minéral pour les ruminants, il est indispensable d'avoir une idée approximative sur :

- Les besoins en éléments nutritifs essentiels des animaux pour lesquels le mélange minéral est préparé.
- la disponibilité biologique relative des éléments minéraux.
- la consommation journalière approximative de mélange minéral et de matière sèche totale.
- et la consommation des éléments minéraux dans le mélange minéral.

Le condiment minéral utilisé doit en outre pouvoir, combler la différence entre les valeurs optimales et les minéraux contenus dans la ration ; en tenant compte à la fois aux concentrés dans la ration et à la quantité de matière sèche ingérée.

### 2.- OBJECTIFS DE LA COMPLEMENTATION

L'étude est limitée aux productions bovines, les recherches les plus importantes étant réalisées sur cette espèce. La complémentation minérale revêt une importance croissante en raison de l'évolution des techniques, en particulier :

- de l'amélioration des performances zootechniques des animaux.
- de l'utilisation de régime alimentaire faisant appel à des fourrages plus productifs mais surtout moins riches en minéraux.

### 2.1.- Minéraux et gains de poids

L'amélioration des conditions d'élevage conduit à l'augmentation du taux de croissance et nécessite une attention particulière à la nutrition minérale. Car les carences minérales sont d'autant plus accentuées que le niveau de production est élevé. C'est pourquoi, les déficiences alimentaires marginales dans les conditions de faible production peuvent devenir plus prononcées lorsque le niveau de production s'accroît.

Les travaux de CALVET et Coll. ont permis de constater l'amélioration des gains de poids des bovins grâce à un apport excédentaire de sels minéraux (4). Ces résultats confirment ceux de GUEGUEN L. et MATHIEU M. (30)(29) qui ont étudié l'utilisation des minéraux dans la ration par le veau. Les plus anciennes recommandations publiées en France pour l'apport de calcium et de phosphore aux bovins en croissance sont celles de LEROY (43) qui conseillait 5g de calcium et 1g de phosphore par 100 kg de poids par jour pour l'entretien et 2 g de calcium et 1,5g de phosphore par 100g de gain de poids. Ces valeurs étaient proches des présentes recommandations pour le calcium mais inférieures pour le phosphore.

Plusieurs modifications successives ont été faites notamment par COLEOU (8) à partir des données de MORRISON (49) et par GUEGUEN (28) à partir des travaux de ROY (57) et de bilans sur veaux (29).

Ces premières recommandations ne tenaient pas assez compte tenu des différences de vitesse de croissance et cela suffisait à expliquer les divergences entre auteurs.

Les valeurs publiées ultérieurement par GUEGUEN 1966 et 1972 (31) (32) sont rapportées à plusieurs niveaux de croissance. Les valeurs retenues actuellement concordent bien avec celles de l'A.R.C. (Agricultural Research Council) (68) pour le phosphore et leur sont supérieures de 10 à 15 p.100 pour le calcium chez les animaux de plus de 300 kg.

Récemment, des travaux faits au CRZ de Dahra (19) ont montré l'efficacité d'une alimentation phosphocalcique sur les gains de poids des animaux. Ces mêmes auteurs ont envisagé l'utilisation des phosphates naturels moins coûteux pour une complémentarion plus économique (17).

## 2.2.- Minéraux et pertes de poids

En zone tropicale, la saison sèche fait subir aux animaux des pertes de poids liées à la pauvreté des pâturages durant cette période. En effet la courbe de croissance des bovins a une allure particulière en "dent de scie" (50). Ce phénomène est lié en partie à la baisse du disponible fourrager.

Les résultats des travaux menés au centre de prévalgarisation de LABGAR (34) ont permis de noter une perte de poids chez les bovins qui n'ont pas reçus une ration en minéraux durant cette période de saison sèche.

DIALLO et Coll. (16) (18) confirment ces résultats en montrant qu'un apport de minéraux éviterait les pertes de poids.

Ainsi, une complémentation minérale doit être retenue en saison sèche où les chutes de poids des animaux constituent des pertes énormes pour la production.

### 2.3.- Minéraux et production laitière

Les apports phosphocalciques recommandés en fonction de la production laitière ont pour but d'atténuer la déminéralisation osseuse durant la lactation. Cependant, une certaine "fonte osseuse" est inéluctable chez les fortes productrices de lait et ne peut être empêchée par des apports plus élevés de calcium et de phosphore (69).

De nombreux auteurs (22) (73) ont montré l'effet d'une complémentation phosphocalcique sur l'augmentation de la production laitière.

A Sangalkam (Sénégal) des expérimentations menées par LNERV (51) ont montré qu'une complémentation minérale associée à un apport en protéine et en énergie en saison sèche pouvait relever le niveau de la production laitière.

Diverses proportions ont été faites dans les publications concernant l'alimentation minérale des vaches laitières sur les limites du rapport phosphocalcique (36) (14).

Il est maintenant établi qu'un excès de calcium n'a pas d'effet défavorable sur l'utilisation du phosphore. Il importe donc d'assurer un apport suffisant des deux éléments et d'éviter au contraire un rapport phosphocalcique trop faible, c'est-à-dire inférieur à 1.

#### 2.4.- Minéraux et Reproduction

Parmi les minéraux susceptibles d'influencer la reproduction, le phosphore et le calcium sont les plus importants.

En effet, le rôle de la déficience en phosphore dans l'étiologie de l'infécondité chez la vache a été souligné par GOURABI (35). CONRAD J.H. (9) montre les effets bénéfiques des suppléments minéraux sur la fécondité des bovins en Bolivie, au Brésil, en Colombie et au Pérou.

Au Sénégal des travaux plus récents entrepris au CRZ de Dahra (16) (18) ont confirmé l'effet positif de la complémentation phospho-calcique sur la reproduction des bovins.

Aujourd'hui, on sait que la croissance du foetus et de ses annexes s'accompagne d'une évolution de l'anatomie, de la proportion des différents tissus et de la composition chimique du foetus. La proportion d'eau diminue ; les teneurs en protéines, lipides, minéraux et énergie augmentent.

Le squelette présente une croissance relative élevée avec un coefficient d'allométrie de 1,27 chez les bovins selon Robelin (56) ; et il se minéralise ; en conséquence la teneur du foetus en calcium, phosphore et magnésium augmente rapidement alors que les teneurs en potassium et sodium diminuent (24). Au total les quantités de protéines, lipides, calcium, phosphore, magnésium, fixées par jour dans le foetus augmentent encore plus vite que le poids ; alors qu'avec l'avancement de la gestation, celles du potassium et du sodium augmentent moins vite.

Ces différents exemples illustrent bien l'intérêt d'une complémentation minérale dans les productions bovines.

### 3.- NECESSITE DE LA COMPLEMENTATION MINERALE :

#### 3.1.- Situation générale de la complémentation au Sénégal

Plusieurs expériences ont montré que les fourrages poussant sur les sols tropicaux sont déficients en plusieurs éléments minéraux majeurs et mineurs essentiels à l'animal (10).

Néanmoins, les animaux de pâturage des pays tropicaux ne reçoivent souvent aucune supplémentation minérale, à l'exception de sel de cuisine, et dépendent presque exclusivement des fourrages pour satisfaire leurs besoins en minéraux.

Cependant, il est très rare que les fourrages tropicaux satisfassent tous les besoins minéraux des animaux domestiques. La longue saison sèche transforme les foins d'hivernage en paille peu digeste et pauvre en éléments nutritifs. La mauvaise qualité de cette herbe est à l'origine d'une importante pathologie nutritionnelle dominée par une carence en protéine, en énergie et en minéraux.

Les teneurs en éléments minéraux des fourrages dépendent de l'interaction d'un certain nombre de facteurs tels que : le sol, l'espèce végétale, le stade de développement, le niveau de production, la conduite du pâturage et le climat.

L'influence des caractères physico-chimiques du sol sur l'occurrence des problèmes minéraux chez les ruminants de pâturage, dans les pays tropicaux a été l'objet d'une étude détaillée, (53).

Au Sénégal, l'analyse bromatologique d'herbes de pâturages récoltées à Dahra a permis de constater une pauvreté en

calcium et phosphore durant toute l'année. Les résultats de ces analyses sont regroupés dans le tableau 1.

A la pauvreté des fourrages en phosphore, s'ajoute celle des eaux de forage (3).

### 3.2.- La complémentation phosphocalcique

#### 3.2.1.- Les différentes sources de phosphore.

##### a)- Teneur en calcium et phosphore des végétaux

Elle correspond aux sources exogènes ; elle est variable et dépend :

- de la famille et de l'espèce végétale
- de l'âge de la plante : les éléments minéraux des fourrages sont surtout localisés dans les feuilles et leurs teneurs diminuent considérablement avec le stade de développement de la plante notamment pour le phosphore.
- du stade végétatif : les teneurs augmentent à l'approche de la maturité.
- du nombre de coupes : teneurs plus faibles à la deuxième qu'à la première coupe.
- de la nature du sol et du mode d'utilisation des pâturages.

Les céréales sont particulièrement pauvres en calcium et moyennement riches en phosphore, mais les issues de ces produits (sons remoulage, farine basse etc...) sont bien pourvus en phosphore avec plus de 1 p.100 de la matière sèche . Les tourteaux ont des teneurs appréciables en phosphore, 0,6 à 1,2 p.100 selon la nature du tourteau.

Les racines et tubercules sont déficients aussi bien en phosphore qu'en calcium. le Phosphore des aliments se présente souvent sous forme de combinaisons organiques dont l'assimilation par l'animal dépend de nombreux facteurs.

Une de ces combinaisons fréquemment rencontrée est l'acide phytique associé à d'autres éléments (phytases de calcium par exemple.

Les phytases sont insolubles et inassimilables pour la plupart des espèces animales, en l'absence de phytase capable de les hydrauliser.

Certaines céréales contiennent cette phytase et les ruminants en possèdent également dans leur système digestif.

L'alimentation des ruminants au pâturage couvre généralement les besoins en calcium mais l'herbe est souvent carencée en phosphore en particulier dans les zones surpaturées (72). Il est également admis que le phosphore phytique n'est que partiellement utilisé par les animaux ; cette utilisation varie en fonction :

- de la forme chimique initiale : les phytases de calcium et la phytine sont toujours mal utilisés parce que peu soluble.
- de la présence et de l'activité des phytases
- des traitements subis par les matières premières (cuisson, granulation etc...).

b)- Teneur en phosphore et calcium des autres aliments

Les produits animaux, terrestres et aquatiques constituent d'excellentes sources des deux éléments notamment les



TABLEAU 1 : Analyse minérale des fourrages récoltés à DAHRA

	Mars	Avril	Mai	juin	juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Matières sèches en g par kg	950	940	933	881	934	946	955	-	931
Phosphore en g par kg	0,70	0,90	-	1,13	2,94	-	0,60	0,62	0,49
Calcium en g par kg	4,24	-	4,37	3,15	6,32	-	3,49	5,01	3,74

SOURCE CRZ Dahra, rapport annuel 1983.

farines de viandes, les farines d'os, les farines de poissons ainsi que le lait.

A côté de ces produits, les composés minéraux comme les phosphates constituent l'une des principales sources exogènes.

En effet, les phosphates contiennent du calcium, du phosphore et de nombreux oligo-éléments nécessaires en alimentation animale (50).

c)- Les réserves phosphocalciques du squelette

Elles constituent les sources endogènes.

Les réserves phosphocalciques du squelette sont en partie mobilisables lorsque les besoins par les productions animales ne sont pas couverts.

Les échanges entre le sang et le squelette permettent ainsi de réguler les apports et leurs utilisations. L'importance des réserves et les échanges permanents entre le squelette et le sang indiquent :

- que l'apport du calcium et du phosphore doit être régulier pour maintenir un niveau de réserve suffisant.
- qu'en cas d'apport insuffisant, il n'aurait pas d'altération immédiate des performances, l'animal utilisant ses réserves.
- et que inversement un apport même important à un animal ayant épuisé ses réserves ne permettra pas d'obtenir rapidement un résultat positif.

### 3.2.2.- Les besoins en phosphore des animaux

#### a)- Définition

L'expression des besoins alimentaires des animaux domestiques en énergie, en éléments plastiques et en éléments catalytiques est maintenant disponibles dans les régions tropicales (55).

Pour définir l'apport d'un minéral dans la ration alimentaire, il faut rappeler que différentes fonctions physiologiques peuvent requérir chez un même animal des apports divers et que l'optimum économique d'une production peut ne pas correspondre à l'optimisation des techniques.

D'autre part, toute recommandation doit tenir compte du niveau de production des animaux ; elle doit également intégrer un grand nombre de facteurs externes à l'animal par exemple :

- la complexation éventuelle du minéral dans la source utilisée
- l'interaction entre nutriments
- du niveau énergétique des aliments
- la température ambiante
- le stress

Ces facteurs justifient l'existence d'une marge de sécurité entre les besoins déterminés en station et les recommandations pratiquées.

#### b)- Besoin d'entretien

Dans la situation physiologique d'entretien, l'animal perd inexorablement des quantités appréciables des différents éléments minéraux dans l'urine, dans les feces ou par les deux voies simultanément (13).

Ces pertes endogènes correspondent au renouvellement tissulaire et au fonctionnement du tube digestif.

Dans le cas particulier du phosphore, la forte sécrétion salivaire indispensable au fonctionnement digestif contribue pour la plus grande partie aux pertes endogènes de phosphore et détermine donc l'importance du besoin d'entretien en cet élément.

En dehors de la production qu'on s'attend des animaux, le phosphore organique est suffisant pour couvrir ce besoin ; mais le renouvellement constant de la trame osseuse et les pertes endogènes liées au métabolisme font que ce besoin doit être satisfait régulièrement (46).

#### c)- Besoin de production

La lactation, la croissance, la gestation, la ponte augmentent les besoins des animaux.

Selon les auteurs, les modes d'expressions de ces besoins varient en fonction des régions et des individus.

Les besoins en phosphore chez les bovins ont été étudiés par GOURARI, Tableau 2 et 3.

Pour certains auteurs, les besoins en phosphore sont fortement liés à l'apport en calcium car, pour être assimilable, le phosphore et le calcium doivent être dans une proportion déterminée pour chaque espèce : on parle du rapport phosphocalcique, Tableau 4.

**TABLEAU 2** : Besoins en phosphore en fonction du poids de l'animal.

POIDS (KG)	BESOINS EN g/jour
100	7,3 à 10,1
200	9,8 à 11,2
300	12,3 à 14,6
400	13,4 à 23,7

SOURCE : GOURARI, 1975

TABL

TABLEAU 3 : Besoins en phosphore et en calcium de la vache laitière.

	BESOINS EN g/j	
	CALCIUM	PHOSPHORE
ENTRETIEN	37	27
+ 5 kg Lait	57	35
+ 10 kg Lait	78	45
+ 15 kg Lait	100	54
+ 20 kg Lait	120	62
+ 25 kg lait	140	71
+ 30 kg Lait	160	79
+ 35 kg Lait	180	87

SOURCE : GOURARI, 1975.

Au Sénégal des données précises sur les besoins des animaux n'existent pas. Les valeurs dont nous disposons concernent uniquement les bovins et se réfèrent à l'unité bovin tropical (U.B.T.).

L'U.B.T. pèse 250 kg de poids vif et a des besoins évalués entre 2,7 et 3,1 unités fourragères (U.F.) et 180 g de matière azotée digestible (M.A.D.), suivant l'importance des déplacements auxquels il est soumis.

TABLEAU 4 : Rapport phosphocalcique recommandé pour différentes espèces.

ESPECES	CA/P
Caprins	0,75 à 1,2
Ovins	0,75 à 1,2
Bovins	1,3 à 1,4
Porc	1,6
Chevaux	1,6 à 1,8
Poulet de chair	1,8 à 2
Poule pondeuse	2,5 à 3

d) - Besoins alimentaires et apports recommandés  
(TABLEAU 5)

L'absorption du phosphore chez les ruminants se situe principalement dans les deux derniers tiers de l'intestin grêle mais peut aussi se produire dans les estomacs. Cependant, cette absorption est contrôlée par les besoins de l'animal.

(TABLEAU 5).

Aujourd'hui, du fait des déficiences en éléments minéraux dans la production de nos animaux, il est d'une nécessité impérieuse que ces éléments soient administrés sous forme de compléments minéraux pour promouvoir une production animale rentable.



TABLEAU 5 : Besoins alimentaires et apports recommandés

POIDS VIF EN KG	GAIN DE POIDS g/j	QUANTITE TOTALE g/j	
		CALCIUM	PHOSPHORE
100	500	13	8
	700	17	10
	1000	24	13
	1200	28	16
	1400	33	18
200	500	18	11
	700	23	13
	1000	30	16
	1200	35	18
	1400	40	20
300	0	11	12
	300	20	15
	500	24	17
	700	29	19
	1000	37	22
	1400	47	28
400	0	16	18
	300	25	21
	500	30	24
	700	36	27
	1000	45	31
	1400	56	36
500	0	22	23
	300	33	26
	500	39	29
	700	46	31
	1000	55	35
	1400	68	40

#### 4.- Résultats antérieurs

Les données analytiques utilisées par l'A.R.C. 1965 (68) pour calculer les valeurs moyennes de composition minérale dans l'alimentation des bovins provenaient des travaux réalisés aux U.S.A. par ELLENBERGER et Coll. 1950 (20), MOULTON et Coll. 1922 (47), HOGAN et NIERMAN 1927 (37) ; sur des animaux divers.

Des études plus récentes effectuées sur des bovins mâles en croissance en Allemagne (64), confirment l'importance de la relative constance des teneurs en calcium, phosphate et magnésium de l'organisme, entre 150 et 600 kg de poids vif, plus de détails sur les fonctions des éléments minéraux se trouvent dans des revues de base, notamment JACQUOT et Coll. 1960 et 1961 (39) (40) et COMAR et BRONNER (11) (12).

Au Sénégal, de nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la complémentation phosphocalcique des bovins vivants en extensif (5). Ces travaux ont été menés au LNERV, au CRZ de Dahra en collaboration avec l'EISMV.

Ces essais d'utilisation des phosphates naturels entre dans le cadre d'un programme financé par l'IMPHOS commun à l'ISRA et à l'EISMV de Dakar (67).

## II - LES PHOSPHATES NATURELS :

### 1.- Avantages de l'utilisation des phosphates naturels en complémentation

#### 1.1.- Lutte contre les carences minérales :

L'utilisation des phosphates naturels en complémentation permet de lutter contre les carences minérales les plus probables dans les conditions tropicales. En effet, les phosphates minéraux employés en alimentation animale constituent une source incontestable en plusieurs éléments indispensables, comme le phosphate, le calcium, le sodium, le potassium et le fer, TABLEAU 6.

Il est difficile de distinguer les carences marginales en calcium et celles en phosphore des autres carences minérales. Cependant, le déficit en phosphore est plus souvent constaté que la carence en calcium pour deux raisons. Premièrement le manque de phosphore dans le sol et les fourrages est largement répandu dans le monde, et deuxièmement, les symptômes d'un trouble métabolique sont plus facilement observés avec des rations pauvres en phosphore qu'en calcium.

Plusieurs études ont montré qu'en cas d'extrêmes carences en phosphore, les symptômes caractéristiques sont la formation d'os fragiles, la faiblesse générale avec perte de poids, la rigidité des membres, la chute de la production laitière, un amaigrissement prononcé et une baisse de la fertilité. THEILLER et GREEN (66) ont donné en 1932 une description désormais classique de la carence en phosphore.

Ils étudiaient alors en Afrique du Sud le botulisme chez les bovins qui se contaminaient en ingérant des rocs, des os et les carcasses infectées d'autres animaux.

CLARK (7) a décrit une épisode typique en Nouvelle Zélande dans deux fermes où des symptômes cliniques sérieux apparurent lorsque la teneur en phosphore inorganique sérique atteignit des valeurs comprises entre 0,5 et 1 m.mol/l.

L'état général des animaux était mauvais et les articulations étaient déformées. Ils boitaient et présentaient un pica les conduisant à macher les os et autres débris. La cause de cet appétit inhabituel et dépravé fut attribuée à une carence en phosphore.

Dans les régions où la déficience en phosphore est très prononcée, les animaux après la mise bas ne reviennent pas en chaleur jusqu'à ce que les concentrations physiologiques de phosphore dans l'organisme soient rétablies. Ces concentrations peuvent être restaurées par incorporation du phosphore supplémentaire dans la ration.

en cas de carences marginales en phosphore, la méthode directe qui consiste à l'apport de phosphore supplémentaire à l'aliment est préférable car l'utilisation des engrais phosphatés sur les sols s'accompagne des coûts de transport et d'application élevés, et la production herbagère est limitée par les contraintes pédo-climatiques.

Ce qui explique l'avantage de l'approvisionnement direct en phosphore par l'administration des suppléments minéraux contenant le phosphore.

**TABLEAU 6** : Les phosphates minéraux employés en alimentation animale  
(Source de P peu soluble ou insoluble dans l'eau).

SOURCE DE PHOSPHORE	TENEUR EN P (P 100)	CUD MOYEN DU P (P 100)	AUTRES ELEMENTS (P 100)
Phosphate monobicalcique	20,0	60 à 70	Ca = 24
Phosph. triple Na, Ca, Mg	17,0	60 à 70	Ca = 9, Mg = 5
Phosph. bicalcique hydraté (minéral ou précipité d'os)	17,5	60 à 65	Ca = 23 à 24
Phosph. bicalcique anhydre	22,0	60	Ca = 29
Silicophosphate de Na et Ca	18,0	50 à 60	Cu = 32 Na = 5
Phosphate tricalcique pur	20,0	50 à 60	Cu = 38
Phosphate tricalcique d'os	13,15	50 à 55	Cu = 27 à 33
Farine de viande osseuse	6 à 8	50 à 55	Ca = 12 à 16
Phosph. tricalcique naturel	10 à 17	20 à 50	Cu = 20 à 34
Métaphosphate de calcium	20,0	40 à 50	Ca = 13
Phosph. Alumino-ferro-calcique	15,0	20	Al : 19 Fe = 6, Ca = 7
Pyrophosphate de Na	24,0	20	Cu = 31

SOURCE : GUEGUEN, 1961

## 1.2.- Amélioration des productions animales

L'importance de l'amélioration des productions animales par le biais de la complémentation phosphocalcique s'explique lorsqu'on observe de près la situation alimentaire du bétail.

En effet, le pâturage naturel constitue la principale source de l'alimentation du bétail. Il est constitué de végétation herbacée à laquelle s'ajoute occasionnellement le feuillage de certains arbustes et les gousses d'acacia.

La longue saison sèche transforme les foins d'hivernage en paille peu digeste et pauvre en éléments nutritifs. La mauvaise qualité de cette herbe est à l'origine d'une importante pathologie nutritionnelle, dominée par une carence en protéine et en minéraux.

L'amélioration des productions animales obtenue par une supplémentation phosphocalcique des animaux a permis de confirmer l'existence des carences et surtout de montrer leur responsabilité dans l'apparition de certaines pathologies (34), (16), (33).

L'importance d'une complémentation par les phosphates réside dans leur rentabilité économique car ils sont peu coûteux et disponibles.

## 2.-Inconvénients liés à l'utilisation des phosphates en complémentation

### 2.1.- Palatabilité des phosphates naturels

Le phosphate bicalcique et le superphosphate constituent de bonnes sources de phosphate minéral. Le phosphate de roche moulu est relativement peu palatable. Les roches moulues ont en général une forte teneur en fluor et constituent par conséquent un danger potentiel pour la santé animale.

L'utilisation des phosphates solubles dans l'eau (de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ou de polyphosphate d'ammonium) est recommandable mais plus chère que l'utilisation des phosphates naturels peu solubles. La consommation des minéraux par les animaux dépend de la palatabilité des mélanges minéraux (54). Pour faciliter cette palatabilité et pour accroître la consommation, des quantités moyennes de mélasse, de farine des graines de coton et d'autres ingrédients peuvent être ajoutées aux mélanges minéraux.

Notons également que cette palatabilité est étroitement liée au coefficient d'utilisation digestive (C.U.D.)

TABLEAU 6.

## 2.2.- Problèmes toxicologiques liés à l'utilisation des phosphates naturels

### 2.2.1.- Pathologies par excès

En effet, il existe des pathologies par excès de la concentration en phosphore et en calcium de la ration alimentaire.

C'est le cas constitué par l'urolithiase suite à des erreurs de rationnement ; observé chez les animaux jeunes auxquels on distribue un condiment minéral phosphocalcique en complément d'une ration très riche en concentré et de ce fait déjà excédentaire en phosphore.

### 2.2.2.- La fluorose posée par l'utilisation des phosphates naturels en alimentation animale :

L'intoxication par le fluor est connue depuis très longtemps. Elle affecte le plus souvent les animaux vivant dans les régions phosphatières. Dès le début du siècle, de nombreux auteurs ont signalé suite à l'ingestion de phosphates naturels, des effets sur le squelette et la reproduction des animaux (58).

La fluorose ou intoxication chronique par le fluor apparaît à la suite d'ingestions répétées d'aliments riches en fluor ou à la suite d'inhalation quotidiennes de dérivés fluorés (fluorose industrielle).

Beaucoup d'espèces animales sont sensibles mais, les ruminants et particulièrement les bovins sont de loin les plus réceptifs (42).

La fluorose posée par l'utilisation des phosphates naturels se manifeste surtout à long terme chez les animaux. Les signes cliniques apparaissent quelques temps après le début de l'ingestion de l'aliment riche en fluor. Cette latence varie en fonction de la quantité ingérée. Cette intoxication se manifeste dans la forme chronique avec principalement : des lésions dentaires et ostéo-articulaires et une atteinte de l'état général.

#### a)- Lésions dentaires

Ces lésions dentaires s'observent chez les bovins de plus de 6 mois car l'accumulation de fluor à l'origine de ces lésions se fait durant le développement des bourgeons dentaires (45) (48).

Elles se caractérisent par des taches brunes portant sur les incisives et quelques molaires. L'émail strié, friable entraînant une usure irrégulière et des tables dentaires anfractueuses à l'origine de gingivite et de blessures buccales.

Selon l'étude de SERRES et BERTAUDIÈRE (65) sur les bovins du Tchad, les pinces ne portent pas de lésions, les premières molaires (M1) ont des lésions modérées. Les deuxièmes molaires (M2) et les coins (C) sont les plus lésées. Les molaires (M) ne subissent pratiquement pas l'influence de la



surcharge fluorée de l'organisme. Mais, selon JAMES et Coll. (38) les prémolaires et les molaires aussi reflètent les effets de l'intoxication fluorée chez les bovins.

MILHAUD et GODFRAIN (45) ont proposé une notation conventionnelle des dents examinées en cas de fluoroses dentaires :

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

b)- Lésions ostéo-articulaires :

Ces lésions se caractérisent par des changements d'attitude et de comportement des animaux. C'est ainsi qu'on observe une démarche raide, une ankylose et des boiteries intermittentes.

Ces déformations osseuses entraînant des douleurs articulaires accentuant les boiteries qui peuvent aller jusqu'à l'ataxie. Les modifications ostéo-articulaires se localisent aux métatarsiens puis au niveau des branches de la mandibule, ensuite, elles s'observent sur les métacarpiens et sur les surfaces osseuses comme les côtes avec des boursouflures osseuses des exostoses et des ostéophytes.

Les manifestations osseuses les plus marquées sont l'ostéopétrose et l'ostéoporose.

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

\* L'os éoporose est due à une décalcification de l'os. Elle se traduit cliniquement par des douleurs, des déformations, des hypertrophies osseuses, des productions osseuses anarchiques dans le tissu conjonctif, dans les muscles, et une présence d'exostoses sur les os.

A la radiographie on a une transparence osseuse exagérée avec des travées plus nettement dessinées qu'à l'état normal.

#### c) - Atteinte de l'état général

L'appétit de l'animal diminue ; un état de sous nutrition accompagné d'un amaigrissement progressif et spectaculaire s'installe.

le poil est sec et cassant. A ce stade, on note une baisse des productions de l'animal avec un ralentissement de la croissance des jeunes et une diminution de la production laitière de la vache.

#### d) - Autres modifications

\* Au niveau du rein, le fluor exerce une action lésionnelle entraînant une irritation avec une atteinte des cellules tubulaires. Ces troubles sont à l'origine d'une néphrite chronique avec poly-urie.

\* Cachexie due à une diminution de l'appétit en rapport avec les lésions dentaires. En effet, les dents lésées deviennent très sensibles à l'eau froide et rendent difficile la consommation alimentaire.

### 3.- Les phosphates naturels du Sénégal

#### 3.1.- Particularités des phosphates naturels du Sénégal

Au Sénégal, on trouve des gisements de phosphate dont la base est le phosphate tricalcique et le phosphate aluminoferreux capable d'apporter en plus du phosphore et du calcium de nombreux oligo-éléments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (26).

Ces phosphates ont un coefficient d'utilisation digestive acceptable allant de 20 à 50 p.100 (27).

Mais le facteur limitant de ces minerais est qu'ils contiennent du fluor à des taux élevés (71) et pouvant à forte dose provoquer des lésions de fluorose. C'est pour contourner cette pathologie que certains auteurs ont proposé une distribution discontinue capable de permettre une élimination du fluor par l'organisme.

#### 3.2.- Composition des phosphates du Sénégal

Les phosphates du Sénégal sont riches en calcium et en phosphore. Les taux d'oligo-éléments qu'ils contiennent peuvent couvrir les besoins des animaux : TABLEAU 7, 8 et 9.

Ces oligo-éléments sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme et ont fait l'objet de plusieurs études (2) (9) (26) (25) (44).

La forte teneur en fluor des phosphates de Matam et de Taïba pourrait limiter leur utilisation en alimentation animale si aucune modification n'est envisagée (6).

Les phosphates de Thiès sont par compte riches en aluminium et ont une teneur faible en fluor ; cette richesse en aluminium (antagoniste du fluor) (45) (75) pourrait éliminer tout risque d'intoxication.

**TABLEAU 7** : Composition chimique des phosphates de TAÏBA

Minérall p.100	LNERV 1988	IEMVT (1) 1985	NDIAYE 1985	CSPT 1980 (2)	MOYENNE
Calcium	34,46	30,5	30	36	32,74
Phosphore	15	14	15	15,8	14,95
Fluor	1,75	2,76	3,5	3,7	2,9
Magnésium	0,12	-	-	0,01	0,065
Sodium	-	-	-	0,08	0,081
Aluminium	-	2,29	-	0,56	1,42
Silice	0,23	-	-	2,66	1,44
Potassium	-	-	-	0,0066	0,0066
Cadmium	0,0091	-	-	-	0,0091
Fer	0,053	-	-	0,37	0,210
Manganèse	0,00025	-	-	0,0309	0,015
Ca/P	2,29	2,10	2	2,20	2,14
Solubilité à l'acide citrique 2 p.100	-	45	-	-	-
Disponibilité biologique	Intermédiaire (3)				

(1) Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux  
Maisons ALFORT (FRANCE).

(2) Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba (Sénégal)

(3) D'après CONRAD et al 1985.

**TABLEAU 8 : Composition chimique des phosphates de THIES**

Minéral p.100	SMT 1975 (1)	LNERV 1988	IEMVT 1985	NDIAYE 1985	SSPT (2)	MOYENNE
Calcium	7,40	8,82	6	6,83	6,4	7,09
Phosphore	15,2	12,7	13	14	12,8	13,54
Fluor	0,95	0,70	0,95	0,70	0,80	0,82
Magnésium	0,1	0,06	-	-	-	0,08
Sodium	0,6	-	-	-	-	0,6
Aluminium	19,3	-	16,01	-	16,1	17,1
Silice	2,5	-	-	-	2,5	2,5
Fer	6,4	-	-	-	7	6,7
Cadmium	-	0,0098	-	-	-	0,0098
Ca/P	0,48	0,69	0,46	0,48	0,50	0,52
Solubilité à l'acide citrique 2 p.100	-	-	32	-	-	-
CUD	-	-	-	20 (3)	-	-
Disponibilité biologique	Intermédiaire					

(1) Société des minerais de Thiès

(2) Société Sénégalaise des Phosphates de Taïba

(3) D'après GUEGUEN 1961.

**TABLEAU 9 : Phosphates de MATAM**

COMPOSITION CHIMIQUE	SYMBOLE	TENEUR
Phosphore	P	12,82 p.100
Calcium	Ca	35,56 p.100
Magnésium	Mg	0,36 p.100
Potassium	K	0,07 p.100
Sodium	Na	0,17 p.100
Fer	Fe	0,83 p.100
Aluminium	Al	1,58 P.100
Silice	Si	5,17 p.100
Manganèse	Mn	245 PPM
Zinc	Zn	63 PPM
Cuivre	Cu	11 PPM
Nickel	Ni	142 PPM
Cobalt	Co	26 PPM
Chlore	Cl	165 PPM
Azote	N	0,08 p.100
Souffre	S	0,20 p.100
Carbone	C	0,90 p.100
Gaz carbonique	CO <sub>2</sub>	3,72 p.100
Fluor	F	2,5 p.100

SOURCE : CISSE (L), 1983

Dosages effectués à MONTPELIER

### CHAPITRE III : LE PROJET "IMPHOS"

#### 1.- Définition

Le projet "IMPHOS" est un projet d'étude des phosphates en alimentation animale pour la prophylaxie des carences en phosphore du bétail en élevage sahélien. Il est financé par l'Institut Mondial du Phosphate (IMPHOS) dont le siège est à Casablanca au Maroc.

#### 2.- Objectifs

Le projet "IMPHOS" a pour but de poursuivre les travaux de SERRES ET BERTAUDIÈRE au Tchad en 1979 (65), puis DIALLO et Coll en 1985 (17) et NDIAYE en 1985 à Dahra au Sénégal (50).

Les expériences débutées en juin 1987 en collaboration entre l'EISMV et l'ISRA à Dahra se poursuivent actuellement à Sangalkam (banlieu de Dakar) et ont pour base la comparaison entre les phosphates naturels de Taïba et de Thiès en vue d'identifier le phosphate le plus performant, de déterminer la dose optimale de distribution au Zébu Gobra, d'étudier l'influence de ces phosphates sur les performances zootechniques et la santé des bovins, d'évaluer les risques de toxicité et d'esquisser le bilan économique de l'opération.

#### 3.- Protocole expérimental

Le protocole expérimental tel qu'il est appliqué depuis juin 1987 à Dahra sera suivi (67).

Les réaménagements porteront sur l'augmentation d'un an de la durée de la première phase et sur le mode de conduite sur parcours naturels avec une réduction du temps de pâture

et un abreuvement une seule fois par jour avec rotation de parcelle, (choix au CRZ de Dahra d'une parcelle moins grande et moins riche en ligneux).

Ces modifications visent à approcher les conditions du milieu traditionnel en vue de mettre en évidence l'effet phosphore, calcium et fluor sur l'état général du troupeau. d'autre part, pour assurer une consommation totale des phosphates naturels et étudier la sensibilité des jeunes zébus, des lots d'animaux de 10 à 12 mois chez les jeunes et de 3 à 4 ans chez les adultes sont mis en stabulation à Sangalkam en octobre 1989. Le schéma de distribution des phosphates à Dahra est présenté au tableau 10.

Les paramètres à mesurer pour apprécier l'impact des traitements sont composés de l'évolution pondérale des taurillons ; de la fluorémie, calcémie et phosphatémie ; des examens cliniques tout en se basant sur l'analyse chimique des phosphates de Taïba et de Thiès.

#### 4.- Résultats préliminaires

Ils ont été fournis d'une part par l'ISRA concernant la consommation des phosphates, le prélèvement des eaux de forages en vue de leur analyse, l'examen clinique, le suivi pondéral des animaux et l'analyse chimique des phosphates et d'autre part par l'EISMV concernant la biochimie sérique et l'examen clinique (61).

##### 4.1.- La consommation des phosphates

La consommation des phosphates naturels par les bovins dépend de la palatabilité des mélanges minéraux, (54).

Le phosphate de Thiès, comme la poudre d'os a été bien consommé mais le phosphate de Taïba l'a été très peu.



TABLEAU 10 : Schéma de distribution des phosphates naturels à Dahra.

	LOT 1	LOT 2	LOT 3	LOT 4	LOT 5	LOT TEMOIN
Type de phosphate	Taïba	Taïba	Thiès	Thiès	Poudre d'os	0
Quantité à distribuer par animal et par jour	50g	50g	50g	100g	65g	0
Mode de distribution	continu	discont.	continu	continu	continu	-
Nbre d'animaux	13	13	13	13	13	13
Couleur des cornes	jaune	rouge	vert	bleu	noir	0

Source : ZOMA, 1989.

Ainsi pour augmenter son appétabilité, il a fallu le mélanger avec un peu de mélasse ou de graine de coton.

#### 4.2.- Examen clinique :

- \* L'état général : les animaux ont un état satisfaisant dans l'ensemble du troupeau aussi bien des adultes que les jeunes, avec un habitus normal et un pelage luisant.
- \* L'appareil osseux : pas de boiteries, ni d'exostoses
- \* L'appareil bucco-dentaire : un brunissement des dents et une légère rugosité ont été notés à l'apparition des dents adultes. Ces lésions sont notées sur tous les lots d'adultes et ne peuvent être attribuées à une intoxication par le fluor des phosphates (41) (21).

#### 4.3.- Analyses chimiques des phosphates

Les résultats de l'analyse des phosphates de Taïba Tableau 7 et de Thiès Tableau 8, montrent qu'ils sont riches en minéraux et oligo-éléments. Le phosphate de Taïba a une solubilité citrique moyenne ; son rapport phosphocalcique (Ca/P) est compatible avec une bonne absorption de ces éléments dans l'organisme ; mais, sa teneur en fluor et en calcium est élevée (74).

Le phosphate de Thiès est moins riche en fluor par rapport à celui de Taïba, mais d'une solubilité citrique très mauvaise. Le rapport phosphocalcique (Ca/P) est défavorable à une fixation de ces éléments par l'organisme. Ce phosphate de Thiès est également riche en fer et en calcium.

#### 4.4.- Biochimie sérique

Les prélèvements mensuels de sang de juin 1987 à février 1988 ont été dosés au département de Physique et Chimie Biologiques et Médicales de l'EISMV de Dakar. Au total, 21 paramètres ont été dosés : minéraux (électrolytes), constituants organiques (substrats) et des enzymes.

Les valeurs obtenues n'ont pas montré de modifications significatives pouvant être rattachées aux effets toxiques du fluor (41). L'étude du calcium et du phosphore n'ont montré aucune augmentation significative.

#### 4.5.- Comportement pondéral des animaux

L'évolution pondérale des animaux est décrite dans les tableaux 11 et 12. Dès la mise en lot les animaux ont amorcé une croissance qui a été freinée par "la crise de juillet" (67). D'août à septembre, les gains de poids ont été très importants (1kg). A partir d'octobre il y a eu une croissance modérée.

- Une analyse de variance sur les gains de poids moyen quotidiens (GMQ) effectuée sur l'ensemble des lots ne montre pas de différences significatives. De même toutes les analyses de variance des lots 2 à 2 se sont avérées non significatives.

- Une analyse de variance sur les poids vifs bruts (PVB) du mois d'avril 1988 donne des résultats identiques à ceux obtenus sur les G.M.Q (67).

TABLEAU 11 : Poids moyen mensuel des animaux

DATE	L O T S						Témoïn
	1	2	3	4	5		
07/06/87	140,60	144,10	140,60	141,70	138,60	146,30	
07/07/87	149,30	148,60	149,10	153,10	150,30	155,30	
02/08/87	136,00	135,20	134,80	140,80	137,20	141,10	
01/09/87	172,10	171,90	171,00	175,20	171,30	176,40	
30/09/87	206,80	208,10	203,60	210,80	203,60	208,40	
27/10/87	222,30	220,30	220,80	221,50	219,90	228,80	
24/11/87	237,90	236,00	234,00	241,10	235,80	240,70	
22/12/87	244,00	241,50	238,40	245,70	242,90	248,00	
19/01/88	253,80	253,30	248,30	247,70	246,80	254,80	
16/02/88	253,00	250,10	249,60	251,10	256,40	249,90	
14/03/88	259,00	255,00	252,70	257,80	260,50	263,90	
12/04/88	257,60	248,50	252,10	258,10	260,50	262,00	

TABLEAU 12 : Gains moyens quotidiens des lots en g/j

PERIODES	L O T S					Témoïn
	1	2	3	4	5	
05/06 - 06/07/87	251	145	274	367	377	290
07/07 - 01/08/87	-511	-515	-550	-473	-504	-546
01/08 - 30/08/87	1200	1200	1200	1100	1130	1176
31/08 - 29/09/87	1150	1200	1080	1180	1070	1060
30/09 - 27/10/87	750	469	661	423	630	754
28/10 - 24/11/87	507	571	471	700	568	454
25/11 - 21/12/87	218	196	157	164	254	261
22/12 - 18/01/88	350	421	354	71	139	243
19/01 - 18/02/88	-29	-114	46	121	343	86
17/02 - 14/03/88	214	178	110	239	146	239
15/03 - 12/04/88	-50	-232	-21	11	0	-68
G.M.Q sur 311 jours	376	336	359	374	392	372

**DEUXIEME PARTIE**

CHAPITRE I : EXPERIMENTATION DES PHOSPHATES NATURELS EN ALIMENTATION ANIMALE A SANGALKAM :

L'expérimentation des phosphates naturels en alimentation animale à Sangalkam est une poursuite de l'expérience menée à Dahra dans le cadre du projet IPPHOS. Elle permet d'assurer une consommation totale des phosphates naturels avec une mise en stabulation des animaux durant toute la durée de l'expérimentation. Elle permet également d'étudier l'effet de la complémentation en phosphates naturels sur les jeunes Zébus Gobra.

1.- Matériels

1.1.- Animaux utilisés

a)- Composition des animaux et mise en place des lots en milieu contrôlé : (Sangalkam).

Les animaux d'expérience sont des zébus Gobra mâles composés d'adultes âgés de 3 à 4 ans et de jeunes âgés de 10 à 12 mois. Ils ont été achetés à Dahra et transférés à Sangalkam au mois de septembre, les animaux ont été numérotés, déparasités et mis en lots plus ou moins homogènes du point de vue poids, selon les Tableaux 13 et 14. En effet les animaux sont mis en lots en fonction de leur format et de leur poids pour obtenir un ensemble homogène et pour diminuer la concurrence liée à la cohabitation.

L'expérience a démarré en octobre 1989 à Sangalkam avec 40 taureaux et 40 veaux répartis en 4 lots de 10 animaux pour chaque catégorie.

Des cas de mortalité ont été notés en Décembre 1989 avec deux (2) veaux dont l'un (lot 2) est mort suite au stress du voyage de transfert et l'autre (lot 4) suite à une météorisation dont l'étiologie n'a pas été déterminée.

TABLEAU 13 : Mise en lot des taureaux

LOTS I n = 9		II n = 10		III n = 10		IV (témoin) n = 10	
Numéro	poids (kg)	Numéro	poids (kg)	Numéro	poids (kg)	Numéro	poids (kg)
63	238	89	209	55	209	54	259
52	246	65	236	71	276	53	212
69	206	68	276	78	250	73	215
80	228	88	250	61	238	76	275
74	276	77	240	62	257	64	204
66	260	60	287	70	179	87	236
59	244	58	252	67	210	57	269
75	280	72	231	66	229	82	260
79	232	51	226	85	264	81	239
		83	226	86	279	84	261
MOYENNE :	245,5		243,3		239,1		243,0

n = nombre d'animaux.



TABLEAU 14 : Mise en lot des jeunes

LOTS I n = 10		II n = 9		III n = 10		IV (témoin) n = 10	
Numéro	poids	Numéro	Poids	Numéro	Poids	Numéro	Poids
2617	152	2733	150	2744	146	2736	147
113	150	2009	144	102	152	2659	150
123	143	2623	151	2738	169	2614	166
2746	171	2740	160	2007	165	2750	153
2119	154	2739	156	2104	157	141	154
2126	124	2112	126	2607	128	2116	143
2620	127	2745	138	2612	135	143	136
2135	109	2107	131	2101	118	2123	135
2102	120	2652	132	2606	120	2111	127
2610	127	--	--	106	116	2124	92
MOYENNE	137,7		143,1		140,6		140,7

n = nombre d'animaux.

Chez les taureaux, trois (3) sont morts et sur les trois, l'autopsie a été réalisée sur deux d'entre eux. Chez l'un (lot 1) elle a permis de constater une occlusion intestinale qui peut être liée à la complémentation en phosphates naturels ; en effet si la roche n'est pas bien moulue, elle peut être à l'origine d'occlusion cette hypothèse peut également être retenue lorsque les phosphates sont impures avec notamment une haute concentration en silice. L'autre taureau est mort en février 1990 ; à l'autopsie qui s'est réalisée un peu tardivement, les remarques suivantes sont retenues : animal en bon état d'embonpoint, à l'ouverture de l'abdomen, on a noté l'existence d'une axite avec une muqueuse estomacale à décollement facile et un foie d'aspect cuit.

Mais, tous ces signes ne permettent pas de faire un rapprochement de cette mortalité avec la distribution des phosphates, car toutes ces lésions peuvent être post-mortem.

Cependant, du fait de l'état d'embonpoint et de la rapidité de la mortalité on a pensé à une intoxication par l'urée ; mais cette hypothèse n'a pas été retenue car un examen de prélèvement sur le cerveau réalisé au LNERV a montré une dégénérescence des circonvolutions cérébrales et a permis de suspecter une carence en vitamine B<sub>1</sub> et B<sub>12</sub> .

Nous retenons également que la suralimentation et les changements inopportuns de rationnement peuvent entraîner : la réduction de l'efficience de la digestion ou déviation métabolique de la digestion microbienne chez les ruminants, la modification de la motricité digestive et des échanges hydriques et ioniques au niveau du tube digestif, et la production de substances toxiques (fermentations anormales) avec induction du développement des bactéries pathogènes (anaérobies).

b) - Alimentation et abreuvement

Les animaux ont un régime alimentaire à loge. Ils reçoivent une ration de base composée de fane d'arachide à volonté. Leur ration complémentaire est un concentré composé de coques d'arachide, de graines de coton et de mélasse, à raison d'un kilogramme par animal et par jour, ceci servant de support aux phosphates naturels.

Cependant depuis février 1990, la ration alimentaire a été modifiée avec incorporation d'urée et de tourteaux ; sa composition centésimale se présente comme suit :

. Coques d'arachide	50
. mélasse	27
. graines de coton	14,8
. tourteaux d'arachide	7
. Sel de cuisine (NaCl)	0,2
. Urée	1

L'abreuvement des animaux se fait dans l'abrevoir de chaque parc ce qui leur permet de boire à volonté.

1.2.- Compléments minéraux utilisés :

Les phosphates naturels provenant des gisements de Taïba et de Thiès sont les seuls compléments minéraux utilisés. Les phosphates utilisés dans le cadre de la recherche financée par l'"IMPHOS" à Sangalkam n'ont subi aucun traitement pouvant augmenter leur coût. La différenciation des types de phosphates est déterminée d'une part par la granulométrie plus fine pour ceux de Taïba et d'autre part par le pourcentage en fluor avec 4 p.100 de fluor pour les phosphates de Taïba et 1,2 p 100

pour ceux de Thiès. La composition chimique des deux types de phosphates a été donnée dans la première partie, Tableau 7 et 8.

### 1.3.- Matériel technique

Le matériel technique intéresse d'une part le prélèvement mensuel de sang sur les animaux d'expérience et d'autre part l'ensemble des manipulations nécessaires pour l'obtention du sérum. Il est composé de :

- aiguille à usage unique
- centrifugeuse
- générateurs de froid
- glacière
- porte tubes (embouts)
- tubes à hémolyse pour conservation du sérum
- tubes à sec sous vide (venoject) pour le prélèvement de sang.

### 2.- Méthodes :

Les méthodes expérimentales proposées consistent à faire le contrôle de la consommation quotidienne de phosphate, de l'évolution pondérale, des examens cliniques, des prélèvements de sang et d'urines pour les analyses biochimiques.

#### 2.1.- Distribution des phosphates naturels

Le schéma de distribution adopté à Sangalkam est présenté au tableau 15.

Les phosphates se trouvent dans un conditionnement avec emballage en plastique à la quantité indiquée pour la distribution individuelle.

La consommation quotidienne des phosphates se fait le matin et est assurée par deux employés.

Avant la présentation des phosphates aux animaux, ils sont préalablement mélangés avec un peu de mélasse, du sel, ou de la graine de coton pour faciliter la palatabilité. On y ajoute un peu d'eau pour humidifier le mélange.

Nous rappelons que cette distribution des phosphates est continue et se fait tous les jours pour les lots 1 et 3 ; elle est par contre discontinue pour le lot 2 et se fait un mois sur deux.

## 2.2.- Examen clinique

L'examen clinique des animaux comprend deux parties :

\* Un examen clinique à distance réalisé chaque matin par le personnel chargé de la distribution des aliments et de l'entretien des parcs. Cet examen permet d'avoir des données sur le comportement des animaux et sur leur état général.

\* Un examen clinique rapproché qui est pratiqué tous les mois, en même temps que les pesées mensuelles et les prélèvements de sang, pendant la contention des animaux.

cet examen porte sur :

- L'état général : on apprécie l'embonpoint des animaux, leur habitus, l'aspect des muqueuses et éventuellement l'aspect du pelage.
- L'appareil osseux : on apprécie la démarche de l'animal pour voir s'il n'y a pas de boiteries, on réalise la palpation des maxillaires inférieurs, des surfaces osseuses et on observe les métatarsiens et métacarpiens pour détecter d'éventuelles boursouflures osseuses ou d'exostoses.

TABLEAU 15 : Schéma de distribution des phosphates

LOTS	I	II	III	IV (témoin)
Supplément minéral	Phosphate de TAIBA	Phosphate de TAIBA	phosphate de THIES	Rien
Dose en g/j	50	50	200	-
Administration du phosphore	per-os	per-os	per-os	-
Distribution	continue	Discontinue	continue	-

- La cavité buccale : l'examen de la cavité buccale porte sur les dents pour d'une part déterminer l'âge des animaux et d'autre part rechercher la coloration anormale, les marbrures, les rugosités, les cavités, les blessures buccales et les gengivites.

### 2.3.- Evolution pondérale

La suivie pondérale des différents lots est assurée grâce à une double pesée des animaux, pendant deux jours consécutifs, tous les mois, le matin à jeûn.

La pesée s'effectue avec une bascule fixe qui est tarée après le passage de chaque animal.

Avec l'obtention des deux poids, on fait la moyenne afin d'éviter des variations dues à la bascule et au contenu digestif.

Après la pesée de chaque lot, celui-ci est reconduit à son parc pour y recevoir les phosphates naturels et la ration alimentaire.

### 2.4.- Les prélèvements de sang :

Les prélèvements de sang s'effectuent une fois par mois au même jour que l'une des pesées.

Pour établir une comparaison des résultats de la biochimie sérique, des prélèvements ont été réalisés à Dahra sur des animaux (zébus Gobra mâles de 4 à 4,5 ans) qui reçoivent une complémentation en phosphates naturels depuis 1987 et qui s'approchent de la fin de l'expérimentation prévue en juin 1990.

Le sang est prélevé par ponction de la veine jugulaire après une bonne contention des animaux au niveau de la bascule qui est équipée d'un travail. Les prélèvements de sang se font au hasard sur cinq individus de chaque lot.

Les échantillons prélevés sur tous les lots (jeunes et adultes) sont collectés dans des tubes secs sous vide identiques. Après rétraction du caillot, les échantillons sont centrifugés à 3.500 tours pendant 10 minutes.

Le sérum constitué par le surnageant est décanté dans des tubes à hémolyse, numérotés comme les tubes secs sous vide.

Les sérums ainsi obtenus sont ensuite conservés au congélateur à  $-30^{\circ}\text{C}$  dans le laboratoire du Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicale de l'EISMV jusqu'aux analyses biochimiques.

## 2.5.- Analyses biochimiques

Les analyses biochimiques ont été réalisées au laboratoire du Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicale de l'EISMV de Dakar.

Les constituants biochimiques sériques choisis jouent un rôle fondamental dans le métabolisme des êtres vivants comme le glucose, l'urée, le magnésium, le calcium, le phosphore, l'albumine, la créatinine et les protéines totales.

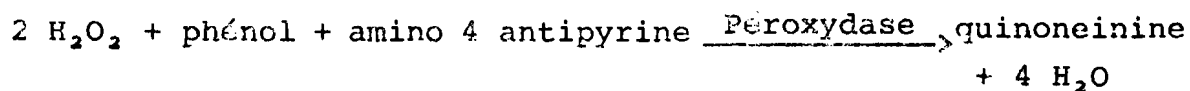
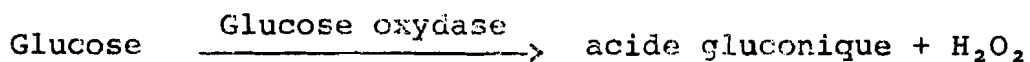
Le glucose, l'urée, le magnésium, le calcium, le phosphore, l'albumine et la créatinine ont été déterminés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un spectrophotomètre type "Varian DMS 80 u.v. visible.



\* le glucose

. Principe de dosage du glucose :

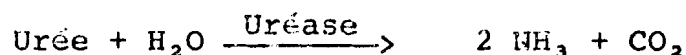
Le glucose présent dans l'échantillon est dosé selon le schéma réactionnel suivant :



\* L'Urée

. Principe de dosage de l'urée

Détermination enzymatique de l'urée selon la réaction suivante :



Les ions ammoniums réagissent en milieu alcalin avec le salicylate et l'hypochlorite pour former un indophénol de couleur verdâtre.

\* Le magnésium : (Mg)

. principe de dosage du magnésium :

Dosage colorimétrique du magnésium sans déprotéinisation par réaction avec calmagène.

La présence d'E.G.T.A. supprime l'interférence du calcium jusqu'à 3,8 mmol/l.

\* Calcium (Ca) et phosphore (P)

. Principe de dosage du calcium

Dosage colorimétrique du calcium sans déprotéinisation avec l'indicateur bleu de méthyl thymol.

. Principe de dosage du phosphore

Dosage colorimétrique sans déprotéinisation du phosphore sérique avec un monoreactif conduisant à un complexe phosphomolybdique en présence d'un réducteur le sulfate ferreux.

\* L'albumine

. Principe de dosage de l'albumine

Dosage colorimétrique de l'albumine sérique avec le vert de bromo-cresol (B.C.G.) à pH 4,2.

\* La créatinine

. Principe de dosage de la créatinine

Dosage de la créatinine après déprotéinisation, selon la réaction de JAFFE.

\* Les protéines totales

Les protéines totales ont été déterminées par réfractométrie à l'aide d'un réfractomètre type "ATOGO".

2.6.- Analyses statistiques

L'objectif de la recherche est de mettre en évidence les variations des paramètres biochimiques sériques pouvant être rattachées aux effets de la complémentation par les phosphates naturels. Les analyses statistiques permettent également de mesurer l'impact de la complémentation en phosphates naturels sur l'évolution pondérale des animaux.

Tous les calculs ont été effectués sur ordinateur "marque MACINTOSH de l'EISMV de DAKAR, grâce au logiciel Startwork".

Les tests utilisés sont des tests paramétriques partant du fait que la distribution de différents constituants biochimiques est Gaussienne. Ceci permet de faire une analyse descriptive : avec moyenne (mean), écart type (standard déviation), moyenne des carrés et somme des carrés.

## CHAPITRE II : RESULTATS

Dans ce chapitre nous présentons les résultats obtenus suite à l'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins comme compléments minéraux. Les résultats de l'expérimentation ont été appréciés à travers l'examen clinique, l'évolution pondérale des animaux et sur les analyses biochimiques.

### 1.- Examen clinique des animaux

Cet examen clinique est le résultat d'observations quotidiennes de l'ensemble des animaux depuis le début des distributions de phosphates naturels en octobre 1989 jusqu'au mois de mai 1990. Cet examen intéresse l'état général, l'appareil osseux et l'observation des dents des animaux.

#### 1.1.- Etat général

L'état général est satisfaisant dans l'ensemble. Cependant, en début d'expérimentation, on a noté une légère regression de l'état général des animaux liée au stress dû au parcage et aux manipulations. Malgré les efforts consentis pour la constitution de lots homogènes, il existe une concurrence entre les animaux et les plus faibles affichent une différence d'état par rapport aux plus forts.

A cause de ce problème de concurrence, deux taureaux du lot 1 et du lot 2 ont été isolés au cours du mois de février jusqu'au rétablissement de leur état.

### 1.2.- Appareil osseux

Des boiteries sur un grand nombre d'animaux durant les mêmes moments pouvant faire penser à l'intoxication par le fluor n'ont pas été observées pendant toute la durée de l'expérimentation.

Des cas sporadiques de boiteries ont été cependant signalés au niveau des pattes antérieures sur deux taureaux du lot 1, sur un taureau du lot 2, sur deux veaux du lot 2 et sur un veau du lot 4.

Ces boiteries sont associées à des oedèmes au niveau du boulet et dues à des traumatismes liés à la stabulation. Ce diagnostic a été confirmé par les traitements anti-inflammatoires.

Aucun cas de fracture n'a été signalé. On a noté l'existence de deux abcès calcifiés au niveau du grasset d'un veau du lot 3 sans qu'on puisse faire un rapprochement avec l'utilisation des phosphates naturels.

### 1.3.- Les dents

L'étude de l'impact de l'utilisation des phosphates naturels en alimentation sur les dents a été réalisée grâce à la surveillance de l'apparition des lésions dentaires en tenant compte aux types de phosphates pour chaque lot. Des notes selon la convention indiquée par MILHAUD et GODFRAIN (45) sont affectées à chaque type de lésion observée.

\* Chez le veau

Chez les jeunes animaux, la plupart n'ont pas de dents adultes et ne montre pas de lésions.

Cependant, on a noté une coloration des dents sur certains animaux, liée à l'alimentation.

\* Chez les taureaux

- Chez les taureaux au projet "IMPHOS" de Sangalkam, des modifications dentaires dues à l'alimentation ont été aussi observées.

- Chez les taureaux au projet "IMPHOS" à Dahra, des lésions de fluorose dentaire sont établies sans aucun doute sur certains animaux.

Tous les cas prévus par MILHAUD et GODFRAIN (45) ont été observés, ainsi sur l'ensemble des lots, on a pu noter des dents normales, des dents avec opacification légère de l'émail et des dents avec larges érosions de l'émail (larges tâches noires et usure excessive).

2.- Analyses biochimiques et pondérales

Les résultats biochimiques ont été obtenus au Laboratoire du Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicale de l'EISMV de DAKAR. Au total, 2.240 déterminations nous ont permis d'obtenir ces résultats.

Ces résultats concernent des minéraux comme le calcium, le phosphore et le magnésium ; des constituants organiques tels que les protéines totales, le glucose, l'albumine, l'urée et

la créatinine. En plus de ces constituants minéraux sériques, nous avons obtenu des données sur les relevés de pesées mensuelles. Pour faciliter l'interprétation des résultats, la variation des paramètres retenus a été étudiée en fonction des mois et en tenant compte aux types de phosphates naturels reçus par chaque lot. Nous signalons ici que les prélèvements sanguins chez les taureaux n'ont pas été réalisés au mois de décembre.

Nous présentons dans ce sous chapitre, les valeurs statistiques avec un degré de liberté de 0,05, ce qui nous a permis d'étudier la signification sur les paramètres dosés.

## 2.1.- Les minéraux

### 2.1.1.- La calcémie

- Chez les taureaux, l'examen de la figure 1 nous montre une augmentation de la calcémie du mois de novembre au mois d'avril sur tous les lots et une diminution du mois d'avril au mois de mai.

Mais on note des différences significatives pour le lot 1 du mois de novembre par rapport au mois de février et au mois d'avril ; du mois de mars par rapport au mois d'avril et du mois de mai par rapport au mois de février et d'avril.

Pour le lot 2, des différences significatives existent au mois de novembre par rapport aux mois de février et d'avril ; au mois de janvier par rapport au mois d'avril ; au mois de février par rapport au mois d'avril, au mois de mars par rapport au mois d'avril et au mois de mai par rapport aux mois de janvier, de février et d'avril.

- Pour le lot 3, on note des différences significatives au mois d'avril par rapport aux mois de novembre et de mai.

Pour le lot 4, on a des différences significatives au mois de janvier par rapport au mois de mai ; au mois de février par rapport au mois de mai ; et au mois d'avril par rapport au mois de novembre, de février, de mars et de mai.

- Chez les veaux, l'examen de la figure 2 montre une évolution en dents de scie du mois de novembre au mois de mars, puis un pic en avril et une chute en mai.

Pour le lot 1, des différences significatives ont été notées au mois de novembre par rapport aux mois de mars et de mai ; au mois de février par rapport aux mois de décembre, de mars et de mai et au mois d'avril par rapport aux mois de décembre, de janvier, de mars et de mai.

Pour le lot 2, on note des différences significatives au mois d'avril par rapport au mois de mars et au mois de mai par rapport aux mois de novembre, de décembre, de janvier, de février, de mars et d'avril.

Pour le lot 3, on a des différences significatives au mois de mai par rapport aux mois de novembre, de décembre, de février, de mars et d'avril.

Pour le lot 4, il existe des différences significatives, au mois de décembre par rapport au mois de janvier et d'avril.



### 2.1.2.- La phosphorémie

- Chez les taureaux, l'examen de la figure 3 nous indique une légère augmentation du phosphore sur tous les lots du mois de novembre au mois de février. On note une chute de la phosphorémie au mois de mars et puis un pic sur les mois d'avril et de mai. Dans l'ensemble, on note des valeurs les plus élevées sur le lot 1 et le lot 2 au mois de janvier, de février et d'avril et sur les lots 3 et le lot 4 au mois de novembre, de mars et de mai.

. Pour le lot 1, on note des différences significatives au mois d'avril par rapport aux mois de novembre et de mars.

. Pour le lot 2, on note des différences significatives au mois de mars par rapport aux mois de novembre, de janvier, de février et d'avril.

. Pour le lot 3, on a des différences significatives au mois de novembre par rapport au mois d'avril ; et au mois de mars par rapport aux mois de janvier, d'avril et de mai.

. Pour le lot 4, il existe des différences significatives au mois de mars par rapport aux mois de novembre, de janvier, de février, d'avril et de mai.

- Chez les veaux, la figure 4 nous renseigne sur l'évolution en dent de scie de la phosphorémie. Cette figure nous montre un pic en avril surtout pour le lot 1, le lot 2, et le lot 4.

. Pour le lot 1, on a des différences significatives au mois d'avril par rapport aux mois de novembre, de décembre, de janvier, de février et de mars.

. Pour le lot 2, on note des différences significatives au mois de décembre par rapport au mois d'avril ; au mois de février par rapport aux mois de novembre, de janvier, d'avril et de mai ; et au mois de mars par rapport au mois d'avril.

. Pour le lot 3, on note des différences significatives au mois de décembre par rapport aux mois d'avril et de mai ; au mois de février par rapport au mois de mai ; et au mois de mars par rapport aux mois de novembre, de janvier, d'avril et de mai.

. Pour le lot 4, On remarque des différences significatives au mois de décembre par rapport au mois d'avril ; au mois de février par rapport aux mois de novembre, d'avril et de mai ; et au mois de mars par rapport aux mois de novembre, d'avril et de mai.

### 2.1.3.- La magnésiémie

- Chez les taureaux, la figure 5 nous indique les valeurs du magnésium sérique par lot et par mois. Elle nous montre un maximum au mois de novembre sur tous les lots et une évolution en moyenne semblable sur tous les autres mois de janvier à mai.

. Pour le lot 1, on note des différences significatives au mois de novembre par rapport aux mois de janvier, de février, de mars, d'avril et de mai ; et au mois de janvier par rapport aux mois de février, d'avril et de mai.

. Pour le lot 2, il existe des différences significatives au mois de novembre par rapport aux mois de janvier, de février, de mars, d'avril et de mai.

. Pour le lot 3, on a des différences significatives au mois de novembre par rapport aux mois de janvier, de février, de mars, d'avril et de mai ; et au mois de mars par rapport aux mois de janvier et de février.

. Pour le lot 4, on note des différences significatives au mois de novembre par rapport aux mois de janvier, de février, de mars, d'avril et de mai.

- Chez les veaux, la figure 6 nous montre un pic de la magnésiémie au mois de décembre sur tous les lots et une évolution semblable sur tous les autres mois de janvier à mai.

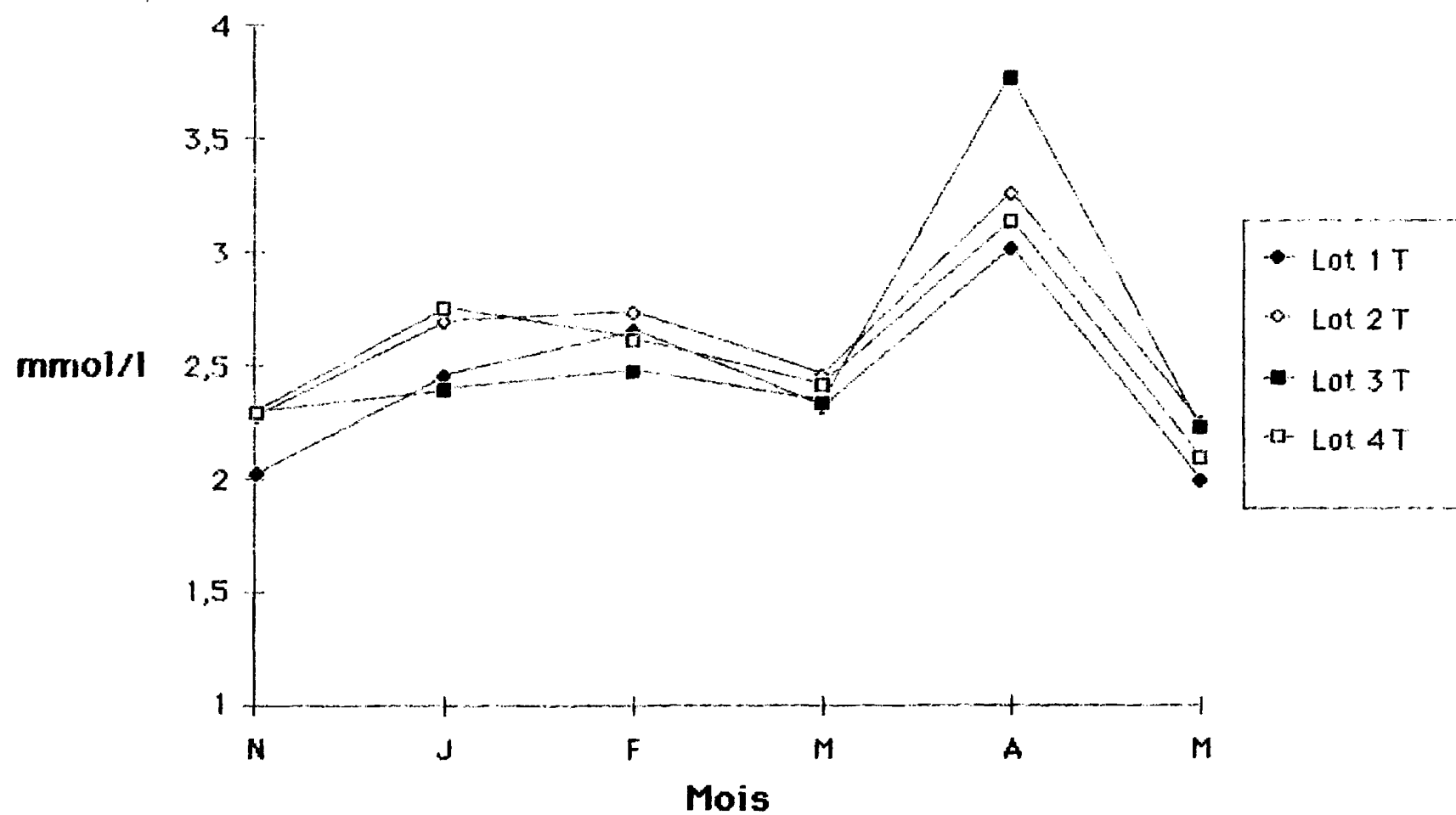
Pour le lot 1, il y a des différences significatives au mois de décembre par rapport aux mois de novembre, de janvier, de février, d'avril et de mai.

. Pour le lot 2, on note des différences significatives identiques à celles du lot 1 avec les mêmes mois.

. Pour le lot 3, les différences entre mois sont non significatives.

. Pour le lot 4, on a des différences significatives semblables à celles du lot 1 avec les mêmes mois.

Figure n° 1: Calcémie chez les taureaux de Novembre à Mai



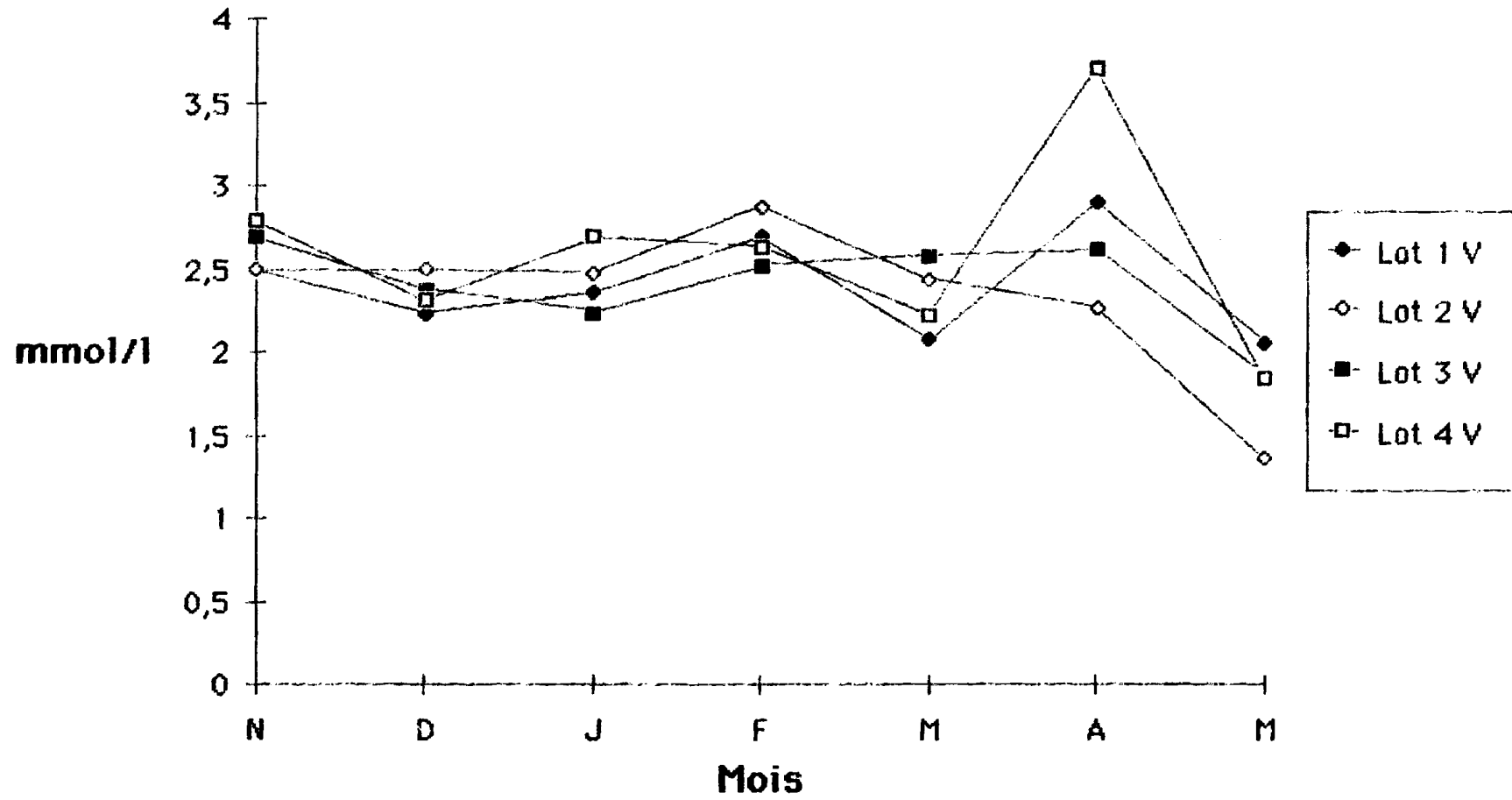
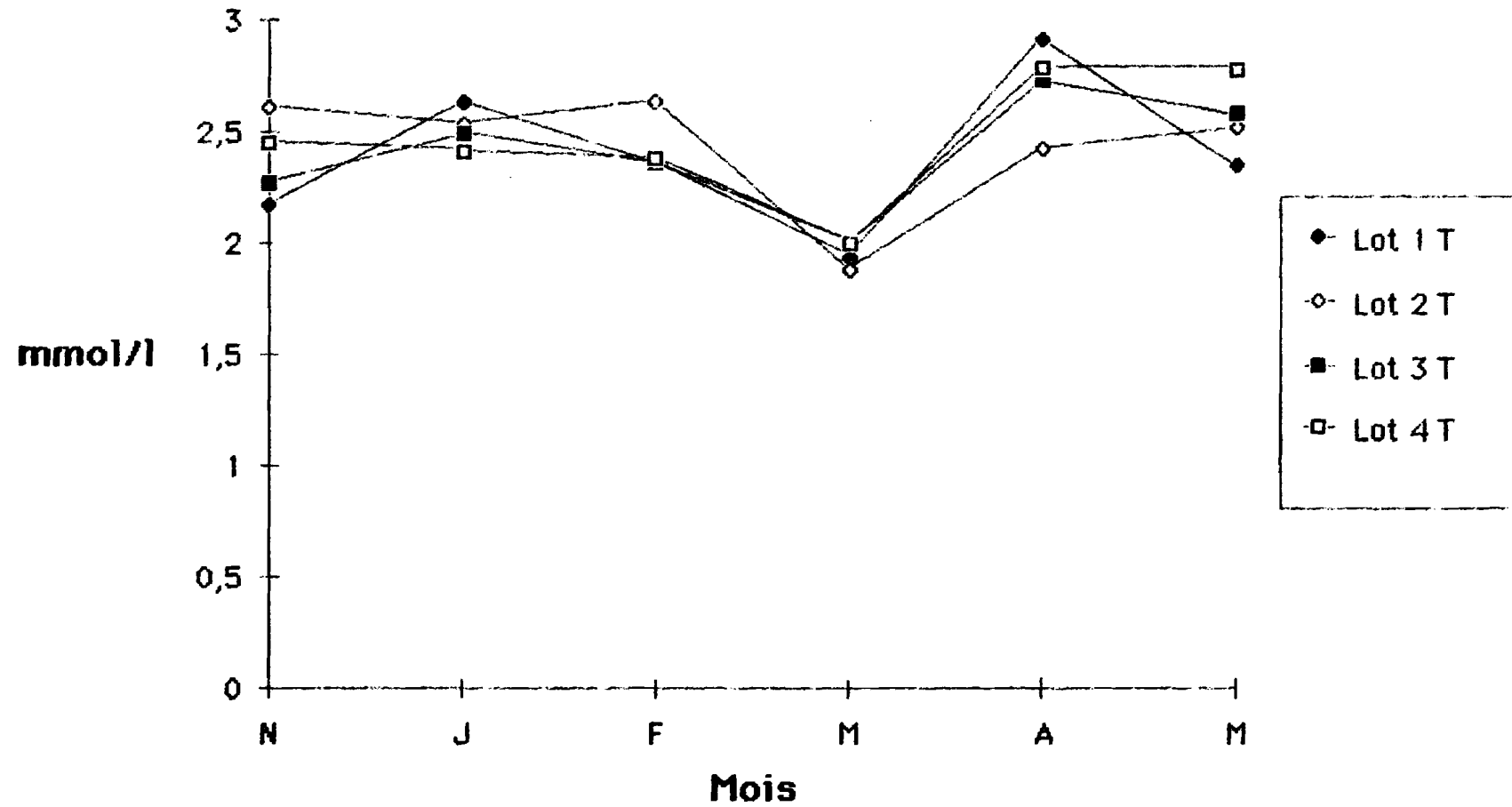
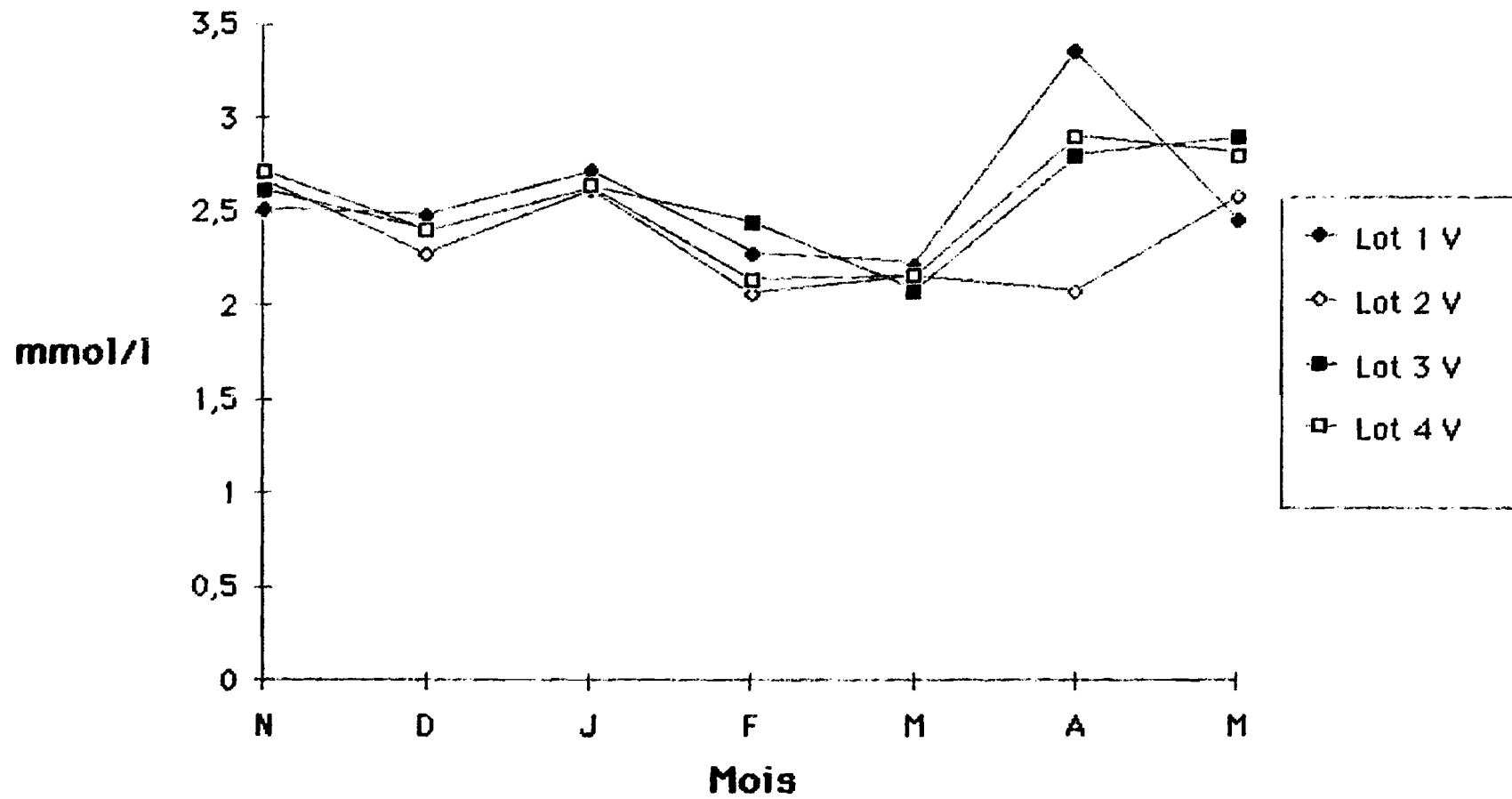
**Figure n°2: Calcémie chez les veaux de Novembre à Mai**

Figure n°3: Phosphorémie chez les taureaux de Novembre à Mai



**Figure n°4: Phosphorémie chez les veaux de Novembre à Mai**

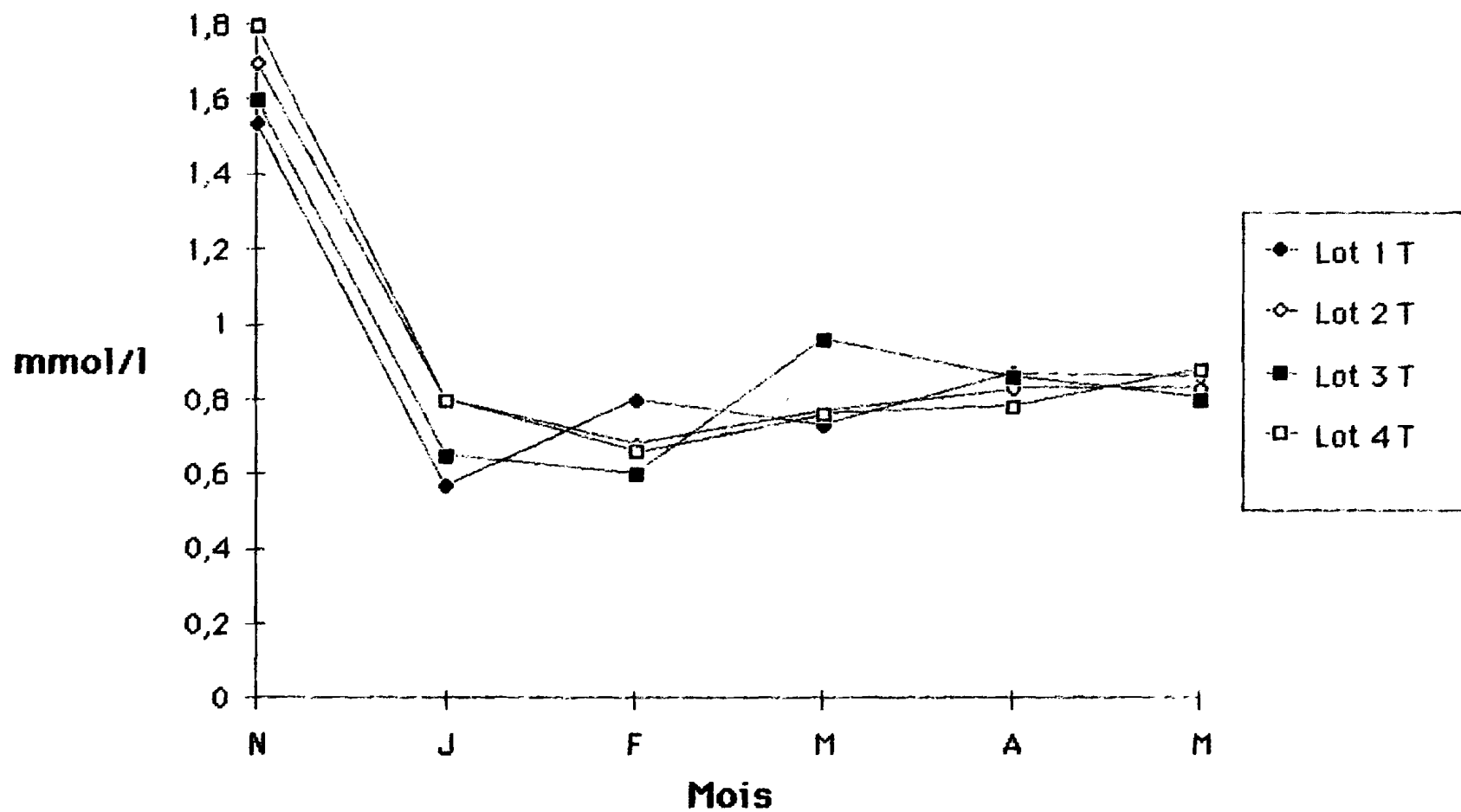
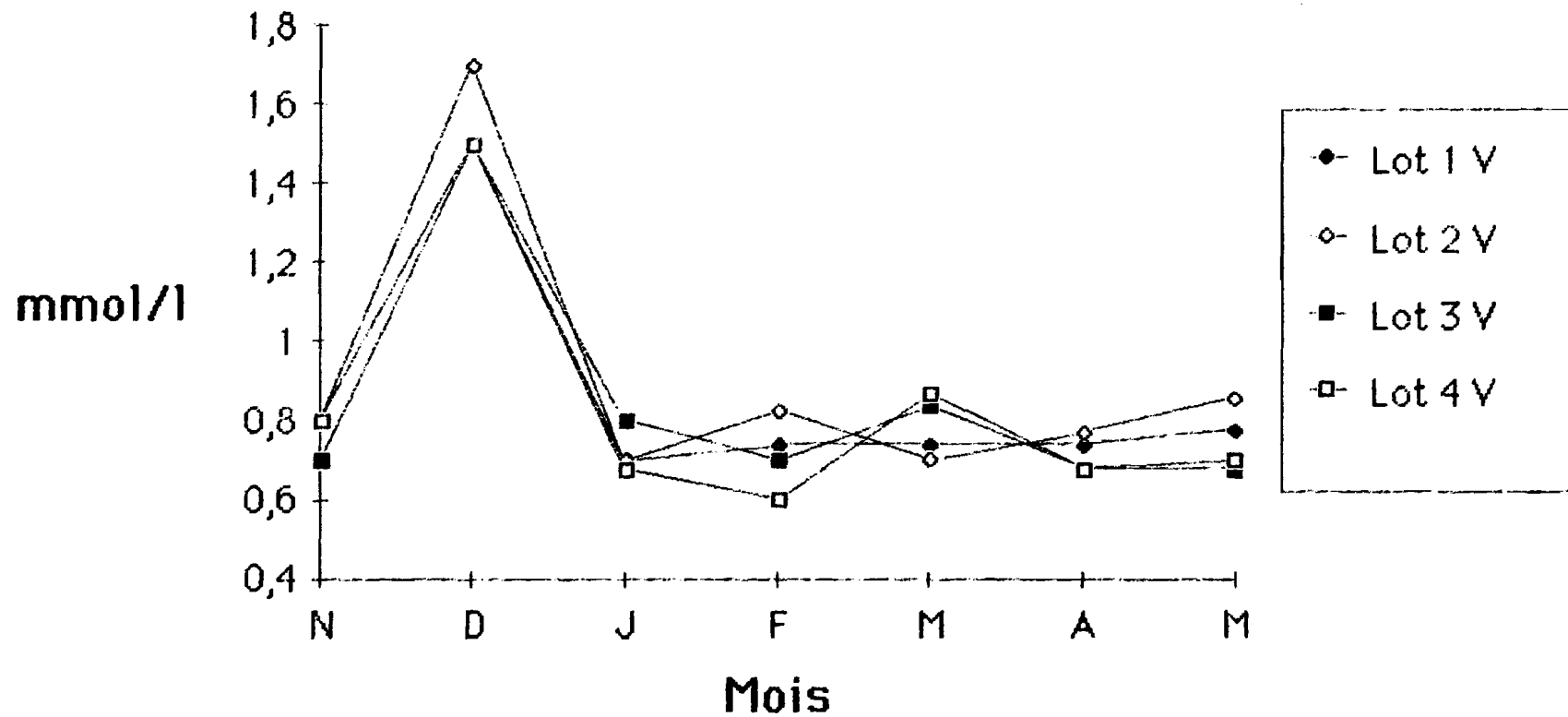
**Figure n°5: Magnésiémie chez les taureaux de Novembre à Mai**



Figure n°6 : Magnésémie chez les veaux de Novembre à Mai



## 2.2.- Les constituants organiques

### 2.2.1.- La créatinémie

- Chez les taureaux , l'examen de la figure 7 nous montre l'évolution de la créatinémie par mois et par lot.

. Pour le lot 1, on note des différences significatives au mois d'avril par rapport aux mois de novembre et de mai.

. Pour le lot 2, il y a des différences significatives au mois de janvier par rapport aux mois de mars et de mai, et au mois de février par rapport aux mois de novembre, de mars et de mai.

. Pour le lot 3, on a des différences non significatives.

. Pour le lot 4, on note des différences significatives au mois de mars par rapport aux mois de novembre et de janvier ; et au mois de mai par rapport aux mois de novembre, de janvier et de février.

- Chez les veaux, la figure 8 montre une évolution variable de la créatinémie du mois de novembre au mois de mai avec une chute de janvier à mars et un pic en mai, pour l'ensemble des lots.

. Pour le lot 1, on a noté des différences significatives au mois d'avril par rapport aux mois de décembre, de février et de mars.

. Pour le lot 2, on a remarqué des différences significatives au mois de décembre par rapport aux mois de novembre,

de janvier et de mars ; au mois d'avril par rapport aux mois de novembre, de décembre, de janvier, de février et de mars.

. Pour le lot 3, on a une différence significative au mois de novembre par rapport au mois d'avril.

. Pour le lot 4, il y a des différences significatives au mois de février par rapport à janvier ; et au mois de mai par rapport à décembre, à janvier, à février, à mars et à avril.

### 2.2.2.- L'urémie

- Chez les taureaux, la figure 9 nous indique l'allure de l'urémie sur tous les lots et sur tous les mois. Cette figure nous montre une augmentation du mois de novembre au mois de février puis une chute au mois de mars et un pic sur le mois de mai pour l'ensemble des lots.

. Pour le lot 1, on note des différences significatives au mois de janvier par rapport à novembre et mars ; au mois de février par rapport à novembre et à mars ; et au mois de mai par rapport à janvier, à février, à mars et à avril.

. Pour le lot 2, on a des différences significatives au mois de janvier par rapport à novembre et à mars ; au mois de février par rapport à novembre et à mars ; au mois d'avril par rapport à novembre et à mars et au mois de mai par rapport à novembre, à janvier, à février, à mars et à avril.

. Pour le lot 3, on note des différences significatives au mois de novembre par rapport à janvier, à février, à avril et à mai.

. Pour le lot 4, il y a des différences significatives au mois de janvier par rapport à novembre et à mars, au mois de février par rapport à novembre et à mars ; au mois d'avril par rapport à novembre et à mars et au mois de mai par rapport à novembre, à janvier, à février, à mars et à avril.

- Chez les veaux, la figure 10 montre une diminution de l'urémie au mois de décembre pour le lot 1, le lot 2, et le lot 3.

. Pour le lot 1, on a des différences significatives au mois de janvier par rapport à décembre ; au mois de février par rapport à décembre et à mars ; au mois de mai par rapport à novembre, à décembre, à janvier, à février, à mars et à avril.

. Pour le lot 2, il existe des différences significatives au mois de décembre par rapport à novembre, à janvier, à février, et à mai ; et au mois de mai par rapport à novembre, à janvier, à février, à mars et à avril.

. Pour le lot 3, on a noté des différences significatives au mois de décembre par rapport à novembre, à janvier, à février, à mars, à avril et à mai ; et au mois de mai par rapport à janvier, février, à mars et à avril.

. Pour le lot 4, on note des différences significatives au mois de décembre par rapport à novembre et à mai ; au mois de février par rapport à novembre et à mai ; au mois de mars par rapport à novembre, à décembre, à janvier, à février, à avril, et à mai.

### 2.2.3.- La protéinémie

- La figure 11 nous renseigne sur la protéinémie totale chez les taureaux. Elle nous montre une évolution en dents de scie, du mois de novembre au mois de mai.

. Pour le lot 1, on note des différences significatives au mois de novembre par rapport à janvier et à février.

. Pour le lot 2, on a une différence significative au mois de mai par rapport à avril.

. Pour le lot 3, on a une différence significative au mois de mai par rapport à novembre.

. Pour le lot 3 on a noté des différences significatives au mois de mai par rapport à novembre, à janvier, à février et à avril.

- Chez les veaux, la figure 12 nous indique l'évolution de la protéinémie de novembre à mai avec de légères variations.

. Pour le lot 1 il y a une différence significative au mois de décembre par rapport à novembre et à janvier.

. Pour le lot 2, on note des différences significatives au mois de décembre par rapport à novembre, à janvier, à mars, à avril et à mai ; et au mois de février par rapport à mars.

. Pour le lot 3, on note une différence significative au mois de décembre par rapport à novembre, à janvier, à mars, à avril et à mai.

Pour le lot 4, il n'y a pas de différences significatives.

#### 2.2.4.- La glycémie

- Chez les taureaux, l'examen de la figure 13 nous donne un aperçu sur la glycémie de l'ensemble des lots de novembre à mai.

Une étude de cette figure nous montre une évolution très variable de la glycémie de tous les lots.

. Pour le lot 1, Il n'existe pas de différences significatives.

. Pour le lot 2, il n'y a pas de différences significatives durant tous les mois.

. Pour le lot 3, on note des différences significatives au mois de novembre par rapport à mars ; et au mois de février par rapport à mars, à avril et à mai.

Pour le lot 4, il existe des différences significatives au mois de février par rapport à janvier et à avril et au mois de mars par rapport à avril.

- Chez les veaux, la figure 14 nous renseigne sur l'évolution de la glycémie. Elle nous montre une augmentation notée au mois de février et de mars pour les lots 1 et 3.

. Pour le lot 1, on note des différences significatives au mois de février par rapport à novembre, à décembre, à janvier, à avril et à mai.

. Pour le lot 2, on a noté des différences significatives au mois de décembre par rapport à janvier, à mars, à avril et à mai ; et au mois de février par rapport à mars, à avril et à mai.

. Pour le lot 3, on note une différence significative au mois de février par rapport à janvier.

. Pour le lot 4, on note également une différence significative au mois d'avril par rapport à novembre.

#### 2.2.5.- L'albuminémie :

- Chez les taureaux, l'étude de la figure 15 nous montre une évolution très variable de l'albuminémie. On note également des valeurs maximales du lot 1 de novembre à mai par rapport aux autres lots.

. Pour le lot 1, on note une différence significative au mois de novembre par rapport à janvier et à mars.

. Pour le lot 2, on a également une différence significative au mois de novembre par rapport au mois de mars.

. Pour le lot 3, il n'y a pas de différence significative.

. Pour le lot 4, on note des différences significatives au mois de février par rapport à mars et à avril ; et au mois de mars par rapport au mois de novembre.

- Chez les veaux, la figure 16 nous indique des variations de l'albuminémie sur l'ensemble des lots du mois de novembre au mois d'avril. Des valeurs maximales sont notées sur le lot 2 au mois de novembre, janvier et février, ainsi que sur le lot 3 aux mois de décembre et de mars.

. Pour le lot 1, on a noté des différences significatives au mois de février par rapport à décembre et au mois de mars par rapport à novembre, à décembre, à janvier et à avril.

. Pour le lot 2, il existe une différence significative au mois de mars par rapport à novembre, à décembre et à janvier.

. Pour le lot 3, on note des différences significatives au mois de novembre par rapport à janvier, à février, à mars et à avril.

. Pour le lot 4, on n'a pas noté de différences significatives.

### 2.3.- L'évolution pondérale

- Chez les taureaux, l'examen de la figure 17 nous renseigne sur l'évolution pondérale de l'ensemble des lots. Ainsi, on note une évolution linéaire croissante significative des poids du lot 4 de novembre à mai.

. Pour le lot 1, et le lot 2, on remarque une chute de poids en janvier ensuite une augmentation significative de janvier à avril.



Cependant, on retient que le lot 3 accuse des poids les plus faibles avec des valeurs minimales sur les mois de janvier et d'avril.

- Chez les veaux, l'examen de la figure 18 nous montre une augmentation des poids du mois de novembre au mois de décembre. On note également une diminution au mois de janvier pour le lot 1, le lot 2, et le lot 4. On remarque ensuite une montée des poids du mois de janvier au mois d'avril pour l'ensemble des lots avec une supériorité du lot 4 sur tous les lots en avril.

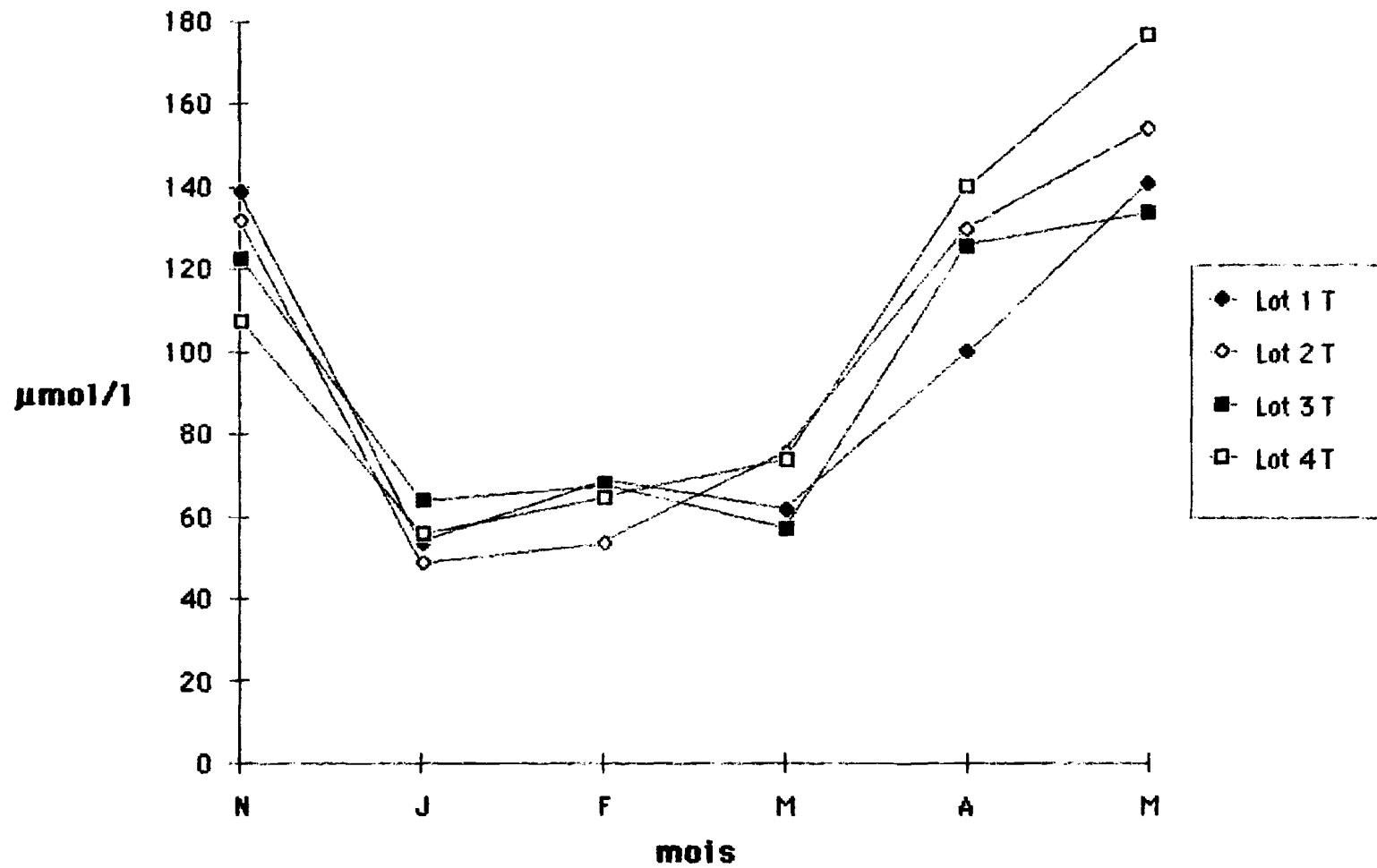
**Figure n°7: Créatinémie chez les taureaux de Novembre à Mai.**

Figure n°8 : Créatininémie chez les veaux de  
Novembre à Mai

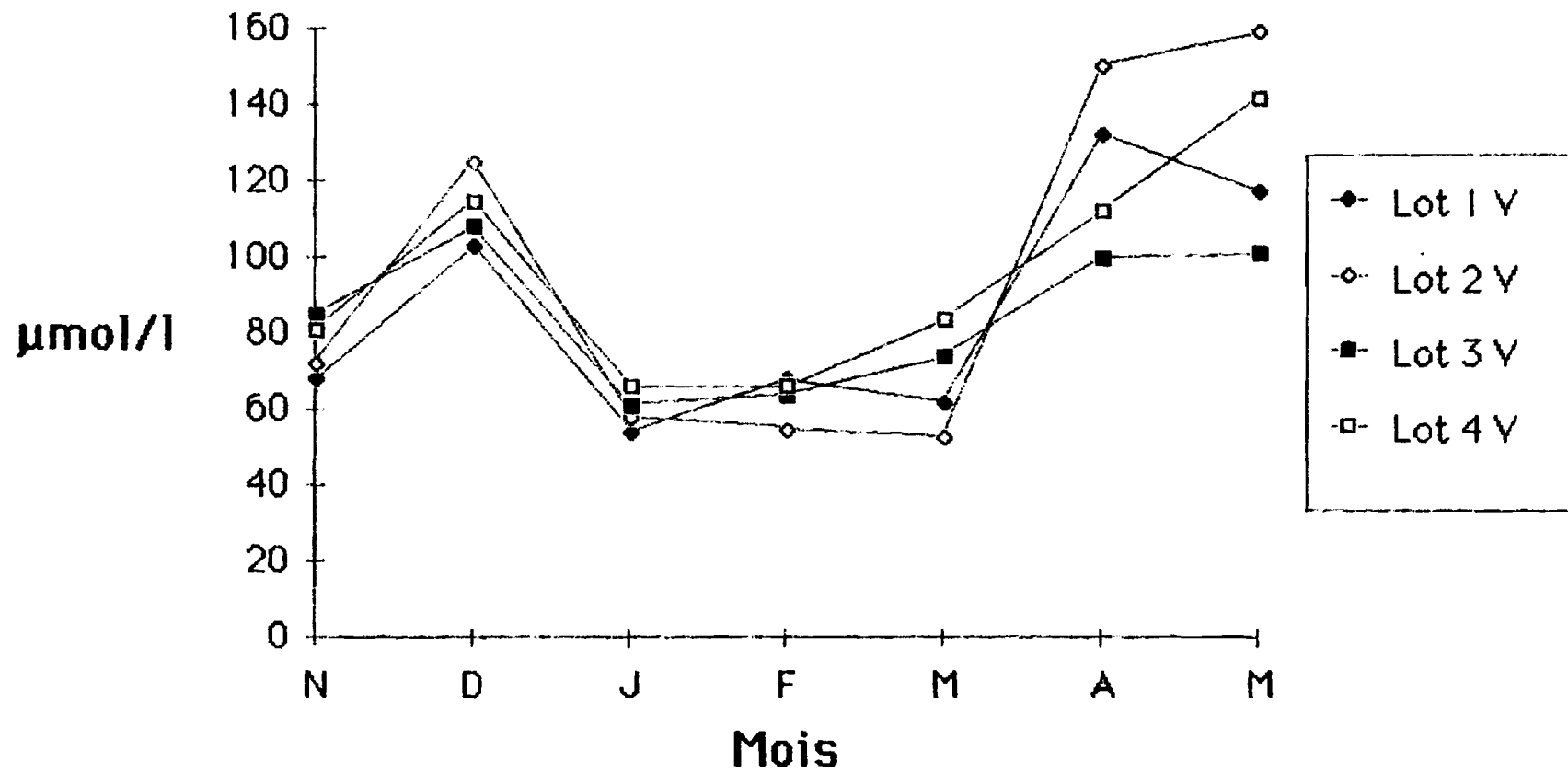


Figure n °9 : Urémie chez les taureaux de Novembre à Mai

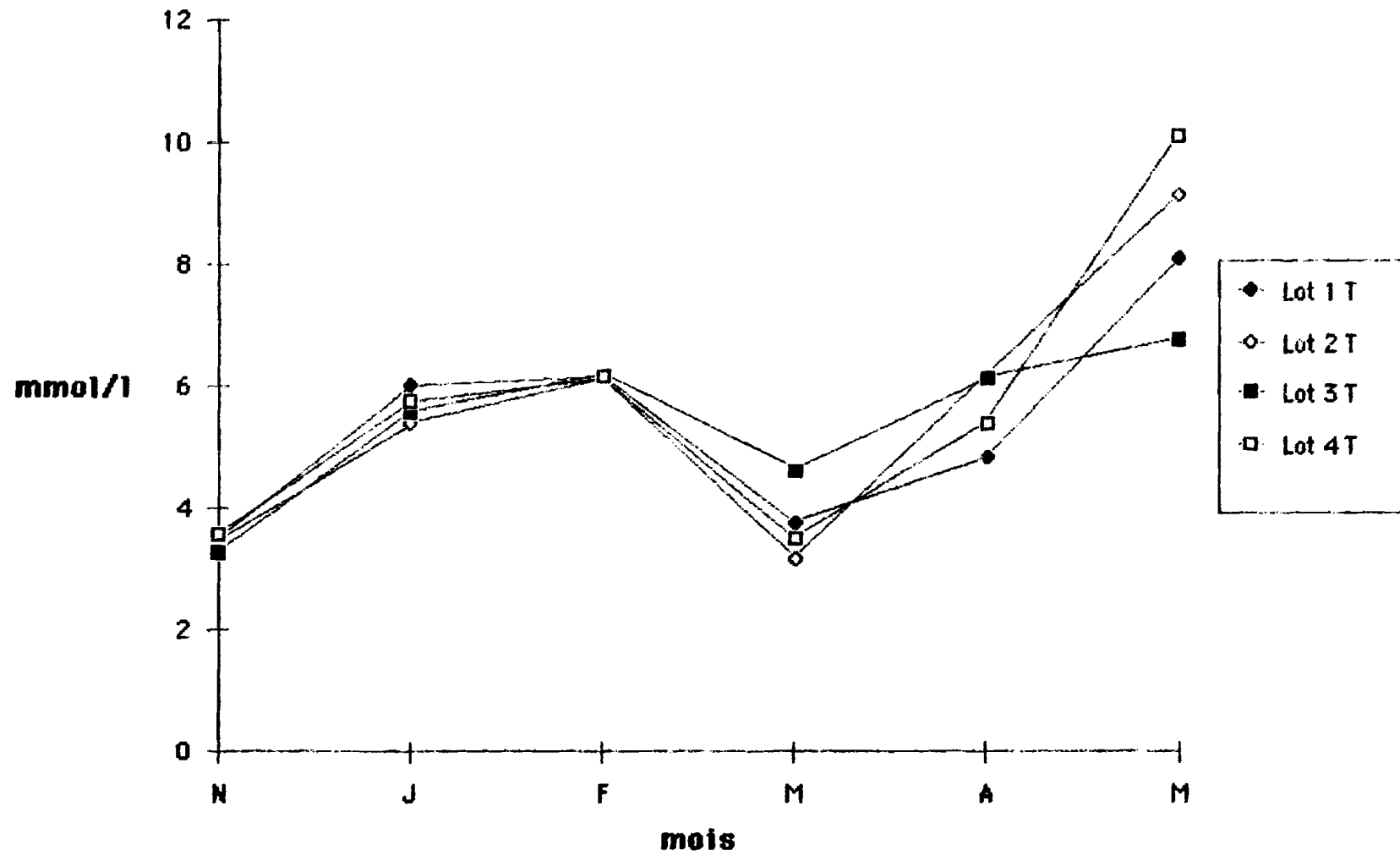


Figure n °10: Urémie chez les veaux de Novembre à Mai

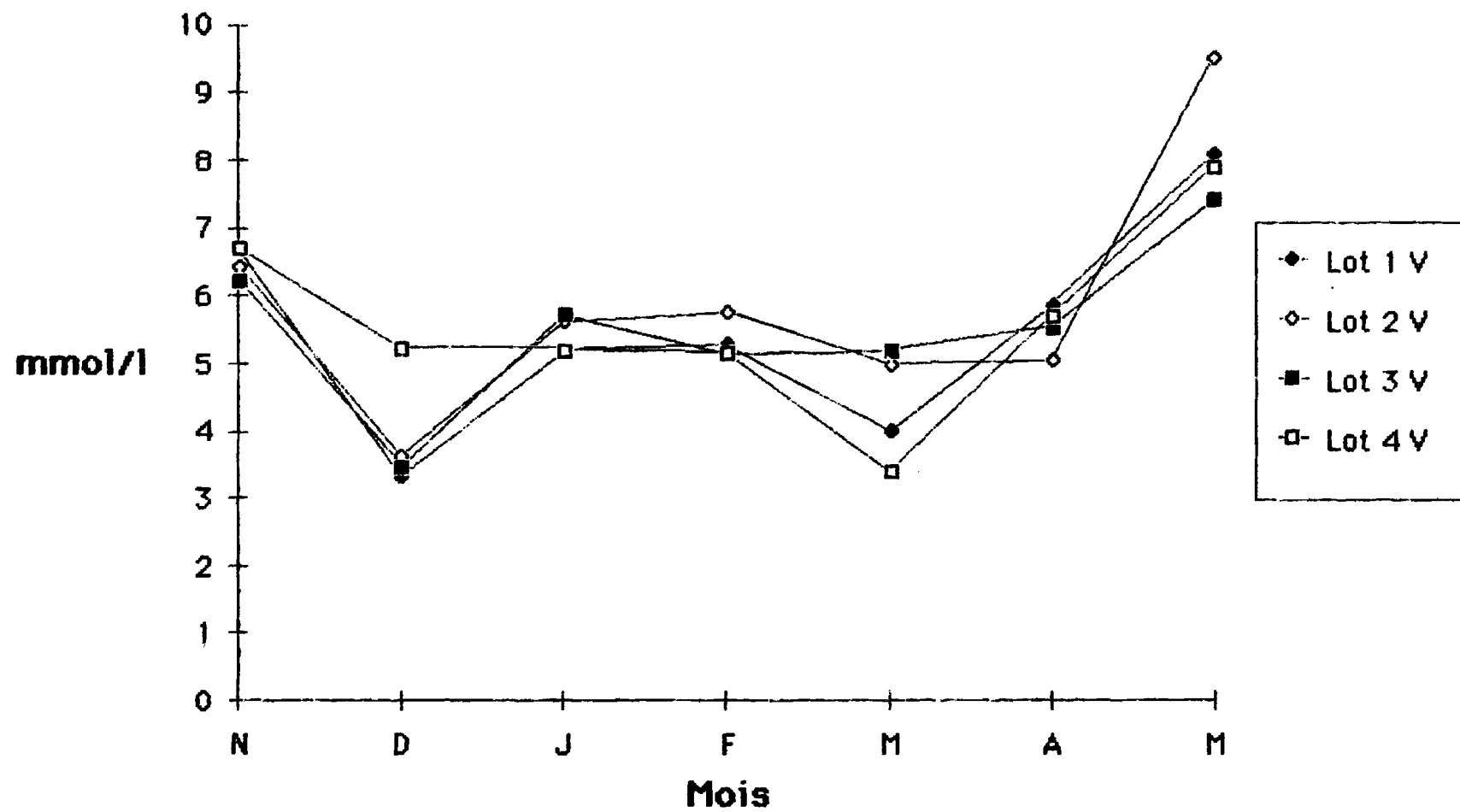
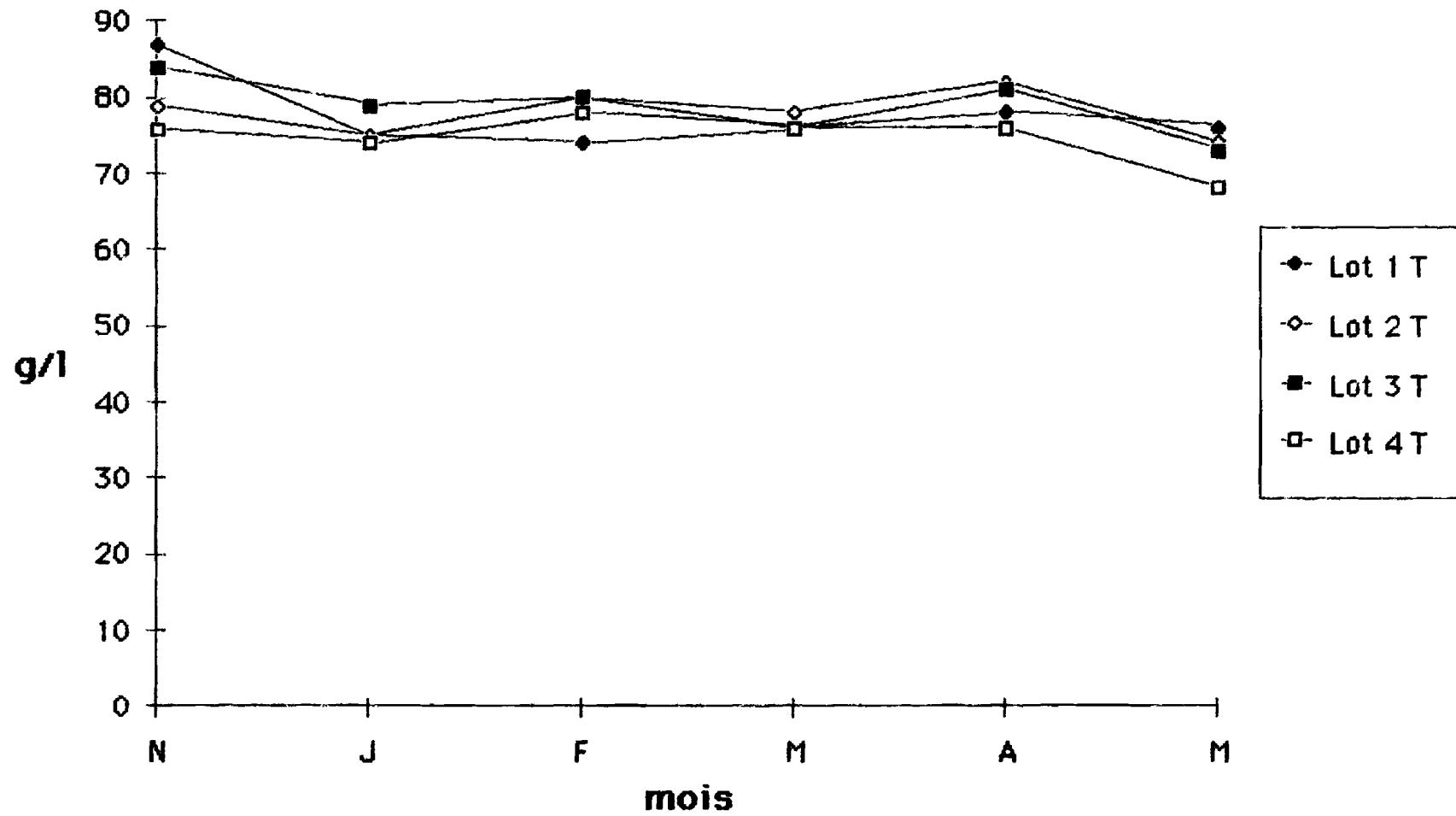


Figure n° 11: Proteinemie chez les taureaux de Novembre à Mai



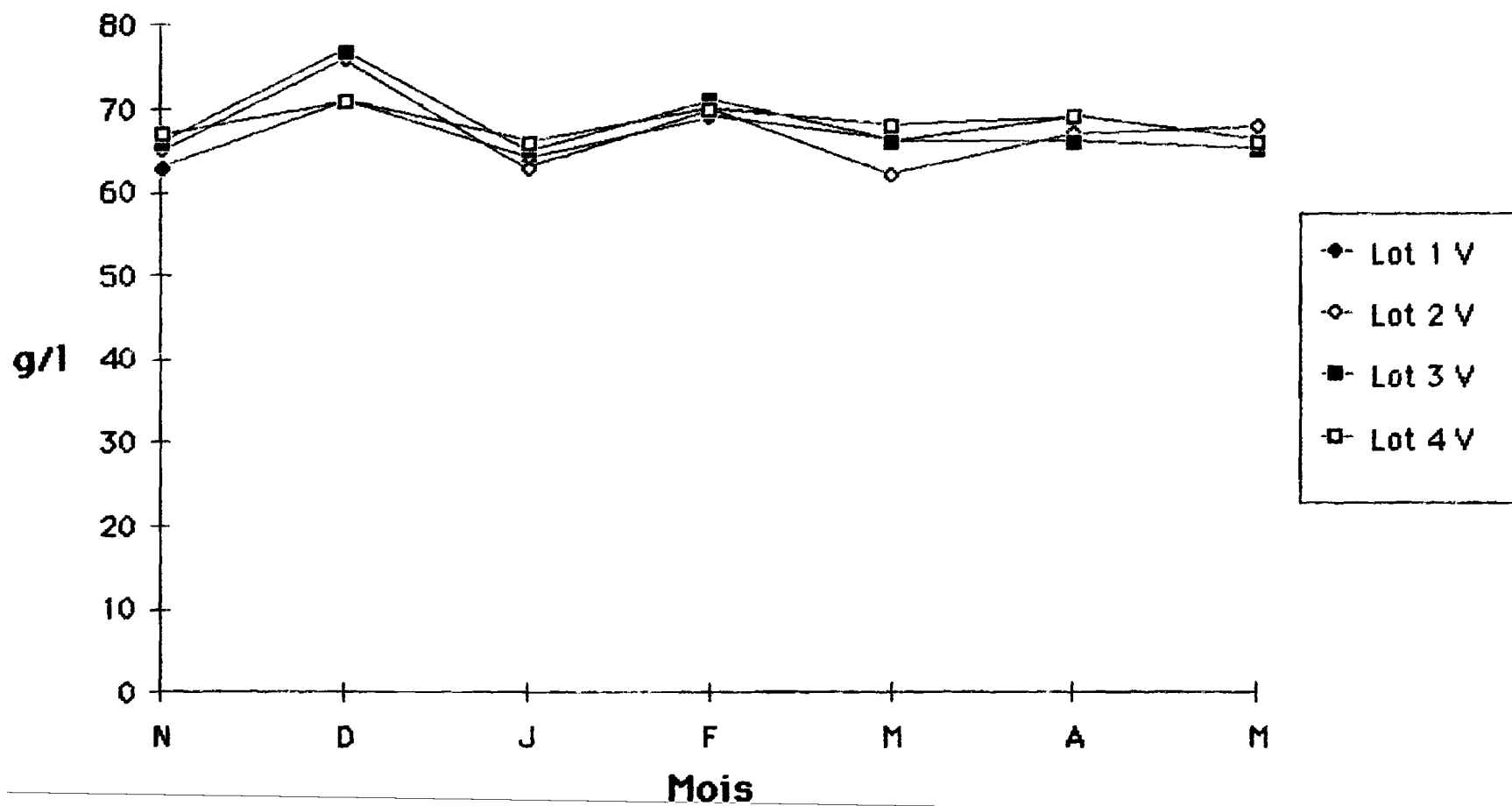
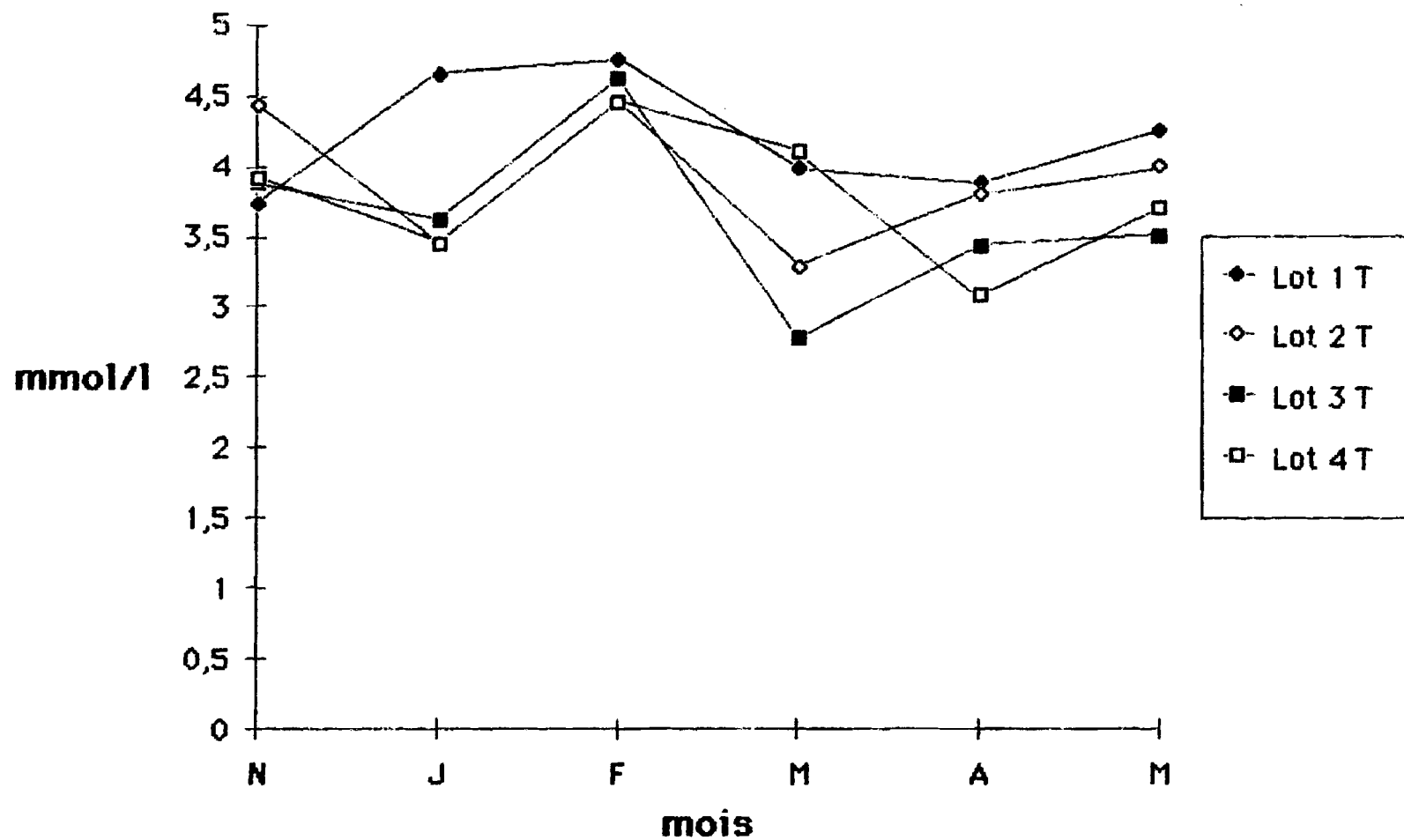
**Figure n° 12 : Protéïnémie chez les veaux de Novembre à Mai**

Figure 13: Glycémie chez les taureaux de Novembre à Mai.





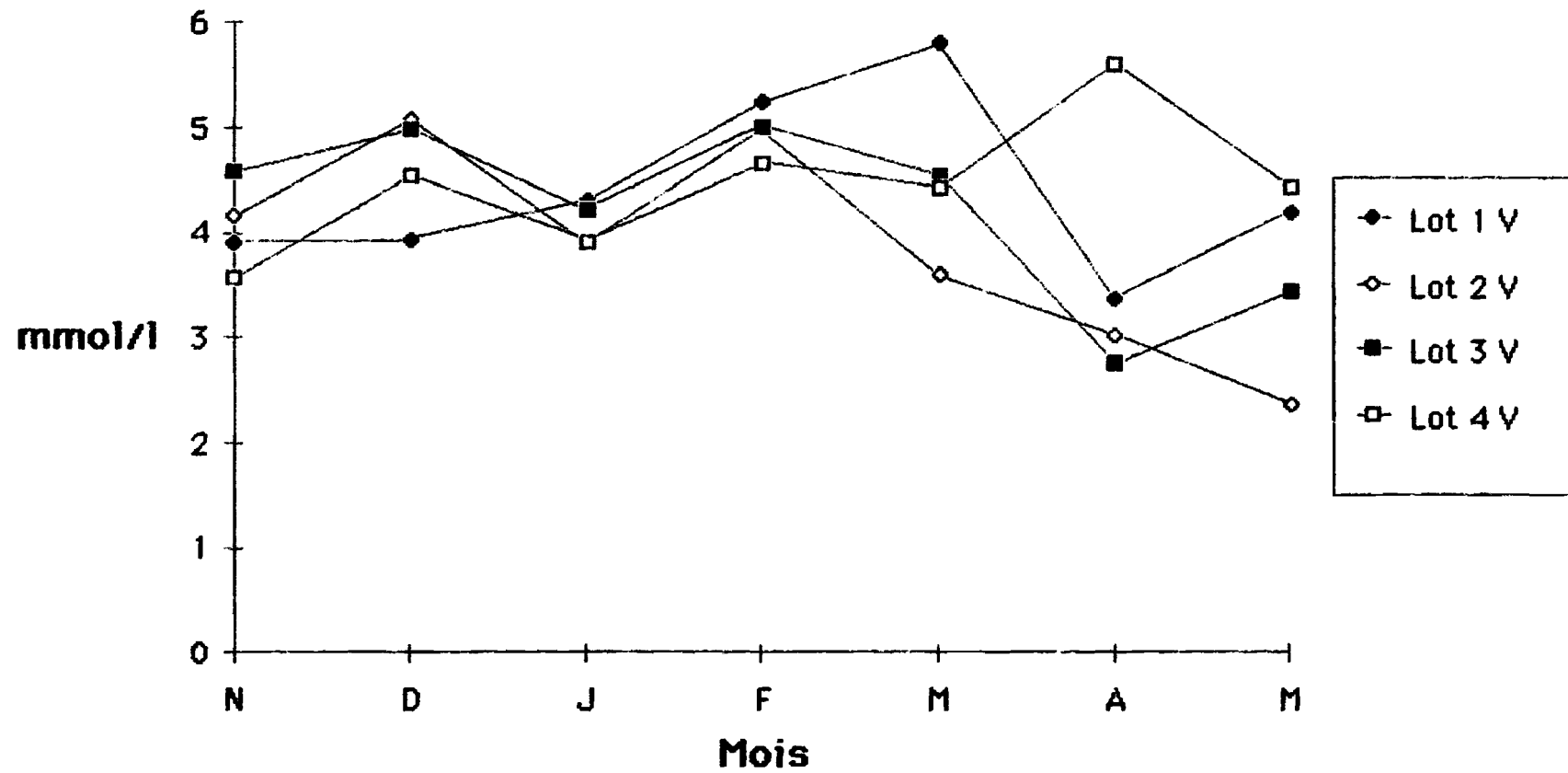
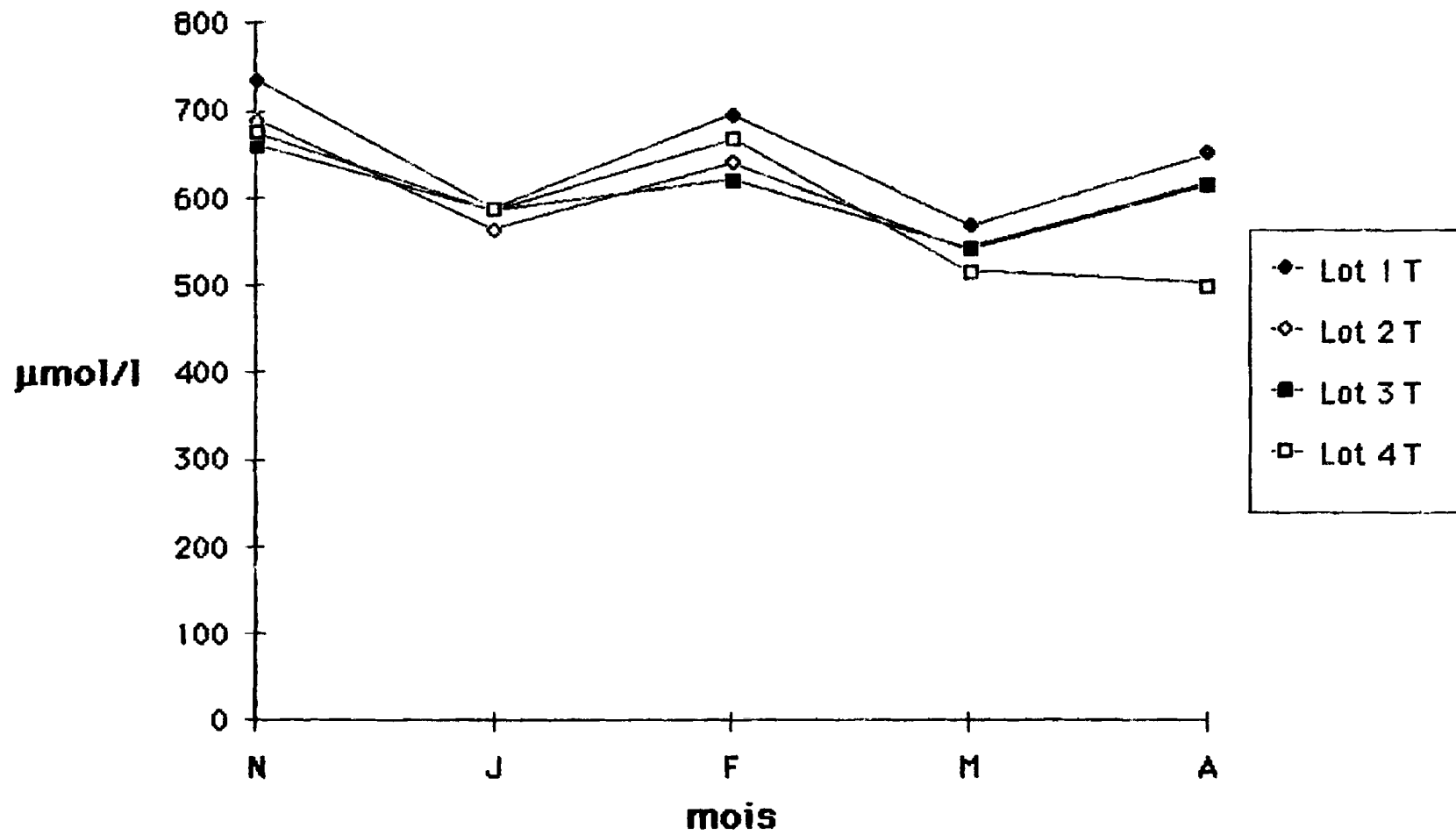
**Figure n° 14 : Glycémie chez les veaux de Novembre à Mai**

Figure n°15 : Albuminémie chez les taureaux de Novembre à Mai



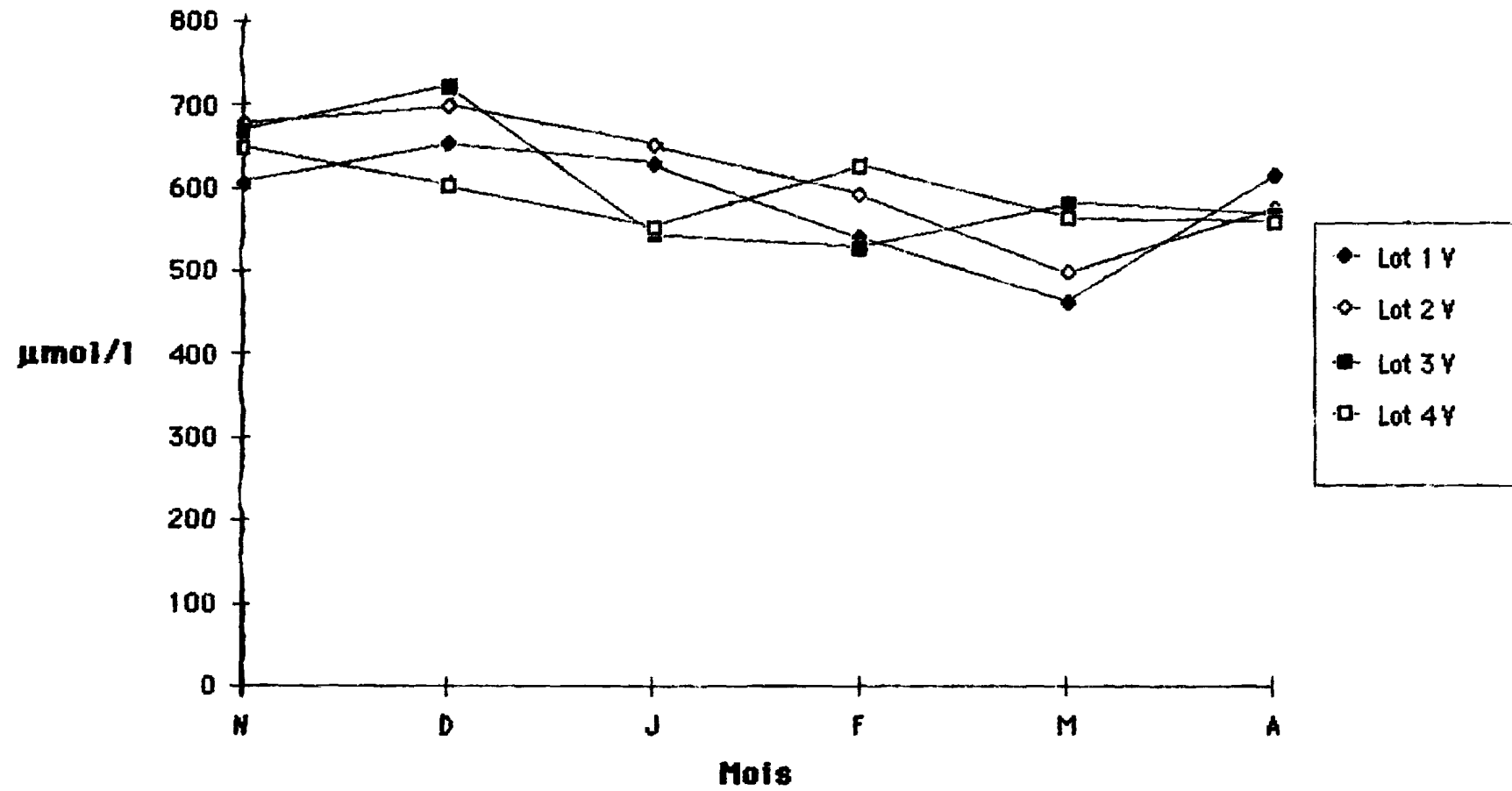
**Figure n°16 : Albuminémie chez les veaux de Novembre à Mai**

Figure n° 17 : Evolution pondérale chez les taureaux  
de Novembre à Mai

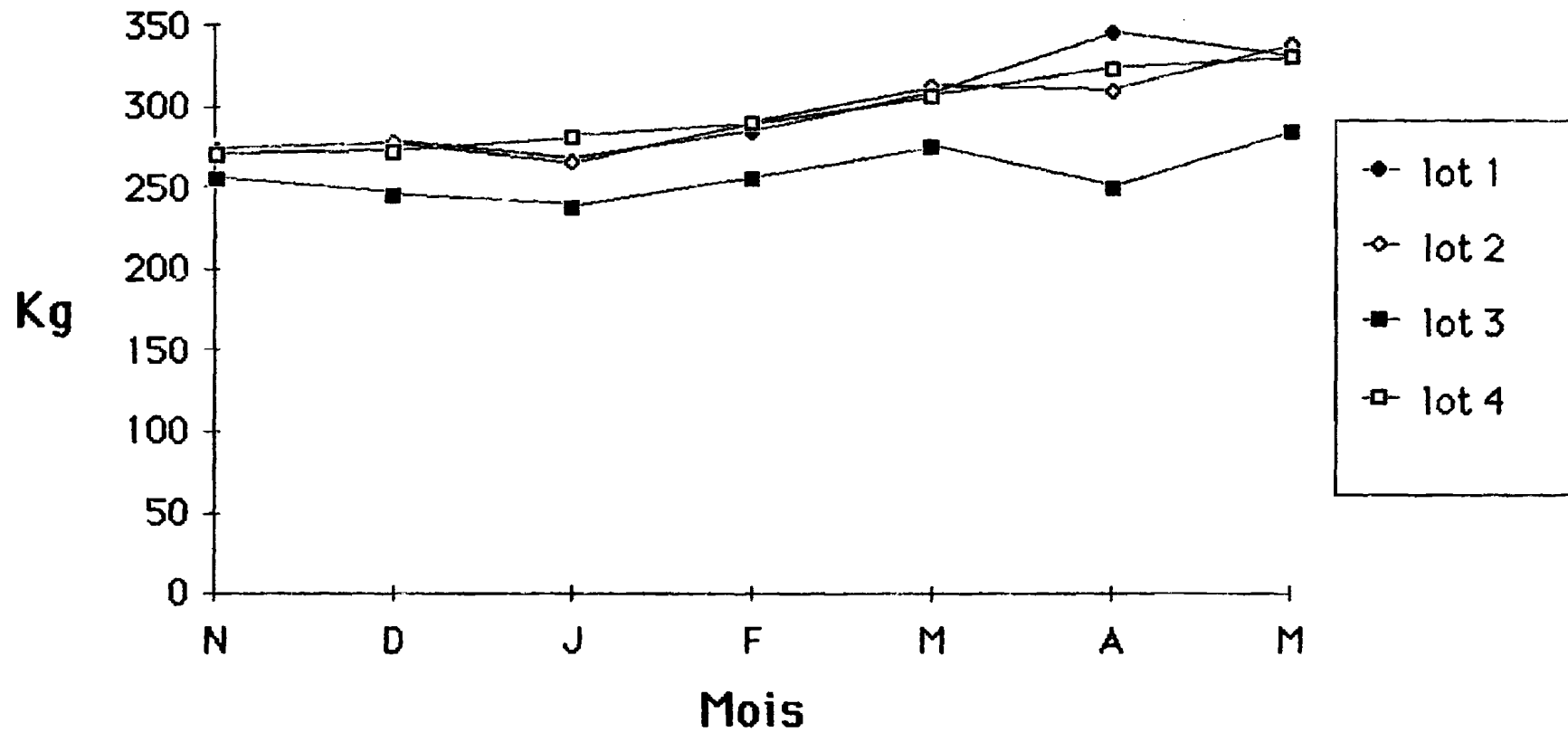
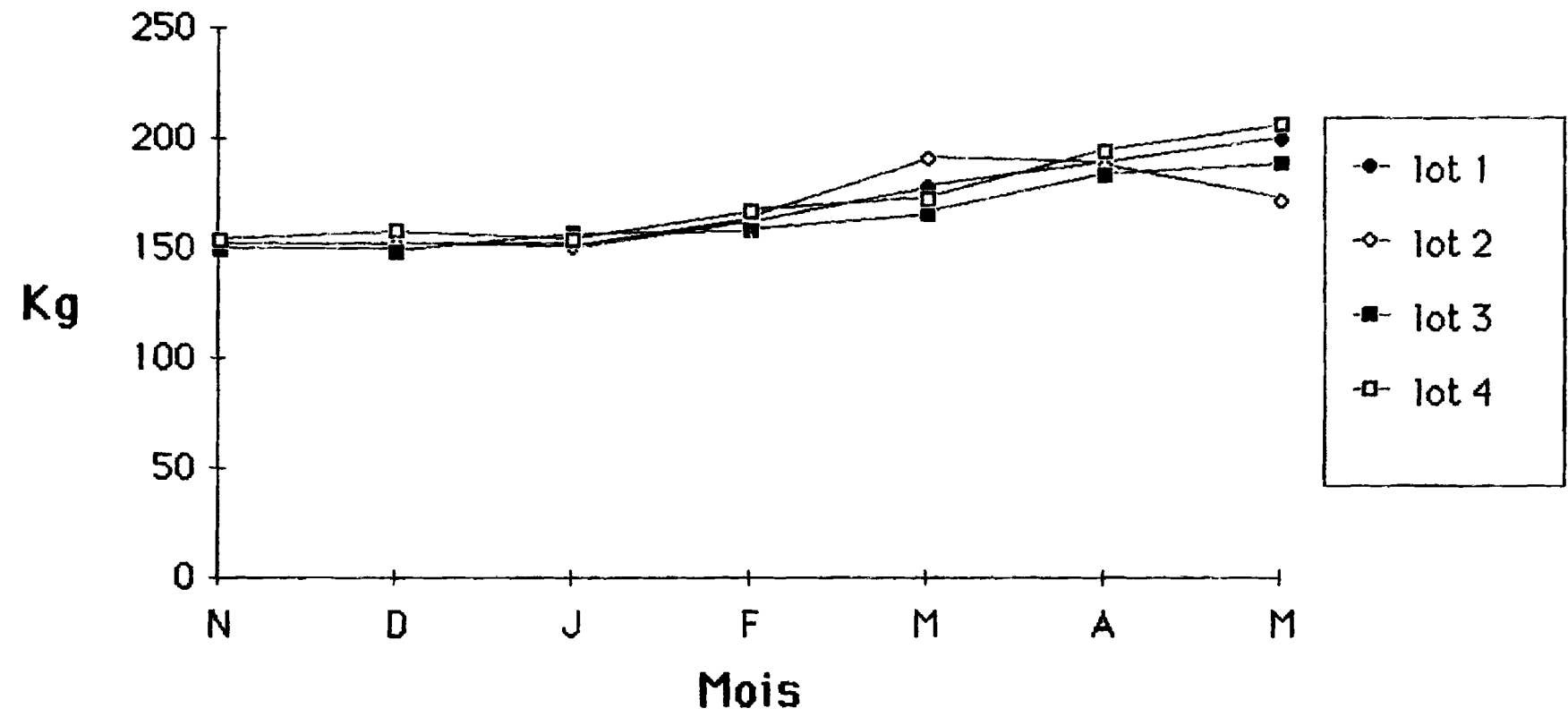


Figure n° 18 : Evolution pondérale chez les veaux de Novembre à Mai



### CHAPITRE III - DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Les discussions et perspectives proposées dans ce chapitre concernent les points suivants ; la conduite de l'expérimentation, l'évolution pondérale, l'examen clinique et les résultats biochimiques.

#### 1.- La conduite de l'expérimentation

##### 1.1.- La première phase de l'expérimentation

Cette première phase a débuté depuis 1987 et s'établit en deux périodes (1987-1988 et 1988-1989). Elle consistait à étudier l'effet de la complémentation en phosphore par l'utilisation de phosphates naturels sur l'état sanitaire et les performances zootechniques des animaux traités.

Les résultats préliminaires de cette phase ont été présentés par KANDORO (41) et ZOMA (67).

Notre étude intéresse la deuxième phase du projet 1989-1990) IMPHOS et consiste à évaluer l'effet de la complémentation en phosphore par l'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins zébu (taureaux et veaux), élevés en stabulation.

##### 1.2.- La distribution des phosphates naturels

A la différence de la première phase où les phosphates étaient distribués directement aux animaux, des innovations ont été apportées durant cette deuxième phase et c'est ainsi que les phosphates utilisés sont mélangés à l'aliment.

Des modifications existent également sur les doses, ainsi les phosphates de Thiès (1,2 p.100 de fluor) sont distribués à la dose de 200g par animal et par jour selon un mode continu, tandis que les phosphates de Taïba (4 p.100 de fluor) sont distribués à la dose de 50g par jour et par animal selon les modes continus et discontinus (un mois sur deux). Ces modifications sur les doses ont été établies afin de pouvoir se prononcer sur la toxicité en fluor des phosphates de Thiès. En effet, des lésions de fluorose dentaire ont été signalées suite à l'utilisation des phosphates naturels de Taïba (50).

Cette question de fluorose pose de sérieux problèmes : car elle empêche l'accroissement des doses de distribution pour compenser la faible solubilité des phosphates naturels (33).

Nous retenons que pour les phosphates de Taïba, leur utilisation sur un mode discontinu, diminuerait considérablement les risques de fluorose dentaires cités par d'autres auteurs (41) (50) (67).

Un problème de concurrence entre les animaux se pose également car l'alimentation se fait dans des mangeoires communes pour chaque lot ce qui entraîne que les plus forts consomment plus que les autres animaux.

Nous pensons que pour une étude de l'effet de la complémentation sur les animaux de chaque lot, les phosphates devraient être distribués individuellement.

### 1.3.- L'ingestibilité des compléments minéraux :

Le problème de palatabilité signalé au cours de la première phase de l'expérimentation a été résolu par incorporation des phosphates naturels dans l'aliment.

En effet, les phosphates naturels sont mélangés avec de la mélasse, du sel, des graines de coton, des tourteaux d'arachide et des coques d'arachide.

L'adjonction de mélasse aux phosphates tout en maintenant une appétabilité satisfaisante permet de résoudre la forte demande d'énergie (34).

La question d'acceptabilité ne peut être posée ici, car les animaux sont nourris à loge et n'ont pas d'autres choix. Cependant, on peut néanmoins affirmer que les animaux se comportent comme s'ils appréciaient fort bien leur aliment. On retient que l'absorption du phosphore chez les ruminants se situe principalement dans les deux tiers de l'intestin grêle mais peut aussi se produire dans les estomacs, cette absorption étant contrôlée par les besoins de l'animal.

### 2.- L'examen clinique

L'étude de l'effet de la complémentation en phosphore par l'utilisation des phosphates naturels sur l'état général des animaux ne révèle aucune anomalie. Le but essentiel de l'examen clinique est de contrôler les effets du fluor sur l'état général des animaux.



Des expériences menées sur nos animaux domestiques recevant 2,5 mg/j de fluor pendant six (6) ans n'a pas montré de différence de gain de poids des animaux traités et celui des témoins (67).

L'examen clinique permet également d'établir par des observations l'effet du fluor continu dans les phosphates naturels sur les dents et sur le squelette.

Nous signalons cependant qu'au Sénégal, il n'est pas facile d'affirmer après observation de lésions dentaires que les phosphates sont responsables. En effet, des notes allant jusqu'à 3 (45) sont obtenus sur les lots témoins et sur le lot 5 de Dahra qui ne reçoivent pas de phosphate.

En effet, l'eau d'abreuvement des animaux contient du fluor à des taux non négligeables ce qui intéresse également la population humaine de certaines zones du pays (48).

Lors de l'examen clinique, nous avons noté aussi des manifestations osseuses, boiteries et œdèmes passagers sur deux taureaux du lot 1 et lot 2 et trois veaux du lot 2 et du lot 4. Aucun cas de fracture n'a été signalé. On a également noté l'existence de deux abcès au niveau du grasset d'un veau du lot 3.

On pense que les boiteries et œdèmes signalés sont dus surtout à des traumatismes liés à la stabulation. Cependant, tous les responsables du projet ne sont pas du même avis sur l'étiologie de ces boiteries. En effet, certains d'entre eux ont posé le problème de la fluorose en se basant sur le fait que, des taux non négligeables de fluor ont été décelés dans les urines des animaux.

### 3.- L'évolution pondérale

Les résultats préliminaires présentés par ZOMA (67) ont montré l'importance de la complémentation en phosphates naturels, lorsque l'alimentation est pauvre en phosphore en saison sèche dans un système de production extensif. En effet, ces résultats ont établi une supériorité significative du lot 4 recevant les phosphates de Thiès par rapport au lot témoin.

Les résultats obtenus dans la deuxième phase de l'expérimentation sur l'évolution pondérale des taureaux (figure 7) ne sont pas les mêmes que ceux de la première phase. En effet, ici le lot 3 présente des poids plus faibles par rapport aux autres lots sauf pour le mois de janvier. Mais c'est le lot 4 (témoin) qui attire surtout l'attention avec des poids supérieurs à l'ensemble des autres lots pour les mois de novembre, de décembre, de février et d'avril.

Donc on peut dire d'une part que l'alimentation des animaux intervient sur l'importance de la complémentation en phosphates naturels des zébus Gobra ; d'autre part, on pense que cette différence sur les résultats est liée à la dose des phosphates. En effet les doses sont différentes pour les phosphates de Thiès avec une augmentation par rapport à la première phase. Cependant, on sait qu'il n'est pas intéressant de dépasser notablement les apports en minéraux. Lorsqu'une ration comporte telle ou telle interférence, il est d'abord plus efficace d'essayer de supprimer cette dernière que de la surmonter par des apports massifs de minéraux. Les apports recommandés sont estimés en tenant compte d'équilibre entre éléments et introduire une quelconque distorsion dans le rationnement minéral risque de multiplier les interférences incontrôlables.

La supériorité du lot 4 témoin s'explique par la ration alimentaire : les animaux reçoivent dans leur aliment des graines de coton et des tourteaux connus pour leur richesse en phosphore (3 à 5 g par kg). Ils parviennent donc à satisfaire leur besoin en phosphore à partir de leur alimentation.

L'analyse des résultats obtenus sur l'évolution pondérale nous permet de penser que le problème de l'alimentation est prioritaire dans nos régions sahéliennes. L'importance de la complémentation apparaît donc particulièrement dans nos conditions d'élevage traditionnel comme se fût le cas dans la première phase de l'expérimentation, avec une alimentation pauvre en phosphore.

- Chez les veaux par compte il y a un problème de croissance qui se pose au niveau de tous les lots, ce qui explique l'évolution uniforme des poids de novembre à avril : figure 18.

Cette discussion sur l'évolution pondérale nous montre l'importance des phosphates de Thiès lorsque les conditions du milieu sont défavorables (sécheresse, stress) et l'importance des phosphates de Taïba distribués selon un mode discontinu lorsqu'on est dans une production intensive avec une alimentation abondante.

#### 4.- Résultats biochimiques :

Les résultats biochimiques obtenus pour le calcium n'ont pas montré de variations significatives entre les lots recevant des phosphates naturels et les lots témoins. En définitive, on peut dire que la complémentation en phosphates naturels n'a pas permis d'avoir une augmentation du taux de

calcium. Cette situation peut être liée à une faible disponibilité du calcium dans les phosphates naturels.

- Les résultats pour le phosphore montrent une légère supériorité des phosphates de Taïba, en effet, l'examen des figures 3 et 4 nous indique des pics avec le lot 1 et le lot 2 par rapport aux autres lots.

- L'étude des résultats biochimiques obtenus pour le magnésium ne montre pas de variations entre les lots recevant les phosphates naturels et les lots témoins.

- Pour le glucose, on n'a pas noté de différence significative ; cependant comme l'a déjà établi l'étude menée par SAWADOGO et THOUVENOT (59) l'âge est un facteur de variation important, en particulier on remarque une augmentation sensible de la glycémie chez les veaux.

- Les résultats pour l'albumine montre l'importance plus marquée sur le lot 1 par rapport aux autres lots chez les taureaux. Tandis que chez les veaux on ne remarque pas de différence significative.

- L'examen des résultats biochimiques sur les constituants organiques comme l'urée, la créatinine et les protéines totales ne montre pas de variations pouvant être rattachées à la complémentation en phosphates naturels des animaux.

Ce chapitre des discussions et perspectives nous a permis de constater l'importance des phosphates naturels en complémentation, surtout dans les conditions de nos élevages traditionnels.

Elle nous a permis également de minimiser un certain doute sur la toxicité en fluor des phosphates naturels.

On note cependant l'importance des phosphates de Taïba distribués sur un mode discontinu au niveau des performances zootechniques des animaux élevés intensivement.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

-----

Les carences et déséquilibres minéraux chez les herbivores sont rapportés dans presque tous les pays tropicaux du monde. Bien que le degré d'affection ne soit pas exactement connu pour la plupart des pays, il est logique de présumer que les cas de carences minérales deviendront de plus en plus nombreux avec le progrès et l'amélioration des techniques de dosages réalisés dans le domaine de la recherche minérale.

Par ailleurs il convient de préciser que les besoins alimentaires des zébus ou des bovins autochtones des zones tropicales n'ont pas encore été déterminés. En effet, il n'est pas possible de déterminer avec précision les besoins des animaux en phosphore, compte tenu de la variabilité individuelle et de la multiplicité des facteurs influant sur le métabolisme.

Cependant, la nutrition minérale inadéquate constitue l'une des majeures contraintes à la production animale dans les régions tropicales. Les fourrages ont souvent des concentrations sub-optimales d'éléments minéraux essentiels. Aussi, la complémentation minérale adéquate des animaux de pâturage constitue t-elle un préalable important à la maximisation des productions animales dans nos régions.

En effet, il conviendrait d'étudier toutes choses égales par ailleurs, l'effet de l'environnement climatique (chaleur, humidité, pluviométrie ...), de la saison et du système de production sur les résultats obtenus en complémentation minérale par l'utilisation des phosphates naturels.

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

Les expérimentations issues de la collaboration de l'école Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) et de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) ont permis de tirer les conclusions suivantes.

- 1.- L'administration des phosphates de Taïba selon un mode de distribution continu entraîne une augmentation de la fluoremie.
- 2.- La distribution des phosphates de Taïba selon un mode discontinu (un mois sur deux) à la dose de 50g par animal et par jour diminuerait les risques de fluorose tout en améliorant les performances zootechniques des animaux.
- 3.- Les phosphates de Thiès posent moins de problèmes liés à la fluorose, mais leur efficacité nutritionnelle diminue lorsqu'on les administre à forte dose (200 g par animal et par jour) et selon un mode de distribution continue.
- 4.- La technique consistant à incorporer les phosphates dans l'aliment doit être définie et vulgariser afin de faciliter leur ingestion par l'animal (blocs mélasse-urée, son de mil etc...).

Les résultats obtenus dans cette deuxième phase du projet IMPHOS nous montre l'importance qu'on doit apporter à d'autres études souhaitables afin de définir un seuil d'ingestion maximale des phosphates naturels.

En effet, les résultats de ces études nous permettront d'apporter une solution aux problèmes de carence minérale actuellement fort préjudiciables au développement de l'élevage traditionnel à côté de l'alimentation dans nos régions.



## BIBLIOGRAPHIE

-----

1- BANGANA I.

Contribution à la connaissance des valeurs sériques de certains macro-éléments (Ca, P, Cl, Mg) chez le zébu Azawak âgé de 1 à 6 mois.

Th. Méd. Vét. : DAKAR - 1987 - 5.

2- CALVET H.

Le Botulisme animal au Nord du Sénégal.

Econ. et Méd. Animal - Mars-avril 1971 : 119-129.

3- CALVET H.

Les maladies nutritionnelles du bétail en Afrique Noire.

Econ. et Méd. Anim. 1971 - 12 (2) : 63-77.

4- CALVET H. ; FRIOT D. ; CHAMBRON J.

Influence des supplémentations minérales sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez les bovins tropicaux.

Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 1972, 25 (3) : 397-408.

5- CALVET H. ; FRIOT D. ; GUEYE I.S.

Supplémentation minérales alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche.

Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. ; 1976, 29 (1) : 59-66.

6- CISSE L.

Etudes en condition pluviale et irriguée de l'efficacité des phosphates de Matam.

Bambey : C.N.R.A., 1983 - 22 p.

7- CLARK R.C. - 1974.

Phosphorus deficiency in cattle on two farms in Canterbury.  
N.Z. Vet. J. 22, 14-16.

8- COLEOU J. - 1958

Minéraux et vitamines.  
Ed. A.F.C.A. - Paris, 111 p.

9- CONRAD J.H.

Phosphorus supplementation for increasing reproduction in cattle.  
Presented at the ruminant Livestock production System - Seminar  
Georgetown, Guyana, march 1, 1976 - 12 p.

10- CONRAD J.H. ; MC DOWELL L.R. ; ELLIS G.L. ; LOOSLI J.K.

Minéraux pour les ruminants de pâturage des régions tropicaux.  
Dep. Zoot. Centre pour l'agriculture tropicale - Université  
de Floride,  
Gainesville et l'Agence des Etats-Unis pour le Développement  
International. 1985, 95 p.

11- COMAR C.L. ; BRONNER F. - 1962

Mineral metabolism - Vol II, part B. Acad. Press. New-York,  
London.

12- COMAR C.L. ; BRONNER F. - 1964.

Mineral metabolism, Vol II, part A, Acad. press. New-York,  
London.

13- COMPERE R. - 1967.

Etude de l'équilibre phosphocalcique du régime basé sur les  
variations du métabolisme phosphoré.  
Press. Agr. de Gembloux ed. Duculot.

14- DARIS G.K. - 1967.

J. Amer. Diet. Ass., 51, 46-50.

- 15- DIABOUGA S.P.  
Contribution à la connaissance de l'influence de la lactation sur les variations des valeurs de certains constituants biochimiques sériques chez le zébu.  
Th. Méd. Vét. : DAKAR, 1989 ; 2.
- 16- DIALLO J. ; GUERIN H. ; MBAYE N.D. ; NGOMA A.-  
Effet de la complémentation minérale, azotée sur la productivité des troupeaux naisseurs de la zone sylvopastorale.  
I.S.R.A. (Zoovéto), rapport annuel 1982.
- 17- DIALLO I. ; NGOMA A. ; SARR A. ; SALL D.-  
Effet de la complémentation minérale et azotée sur la productivité des troupeaux naisseurs dans la zone sylvopastorale.  
DAHRA : CRZ - 1984 - 13 p.
- 18- DIALLO I. ; SOW R. ; NGOMA A. ; SAGNA I. ; SALL D.-  
Complémentation des taurillons Gobra en extensif : influence et intérêt du niveau alimentaire sur les performances de croissances.  
DAHRA : CRZ ; 1984 - 6 p.
- 19- DIALLO I. ; NGOMA A. ; DIOP B.-  
Utilisation des blocs urée-mélasse comportant trois sources de phosphates naturels (Thiès, Taïba, Matam) dans un essai de complémentation destiné à des génisses Gobra en élevage extensif.  
DAHRA : CRZ, février 1985 - 14 p.
- 20- ELLENBERG H.B. ; NEWLANDER J.A. ; JONES C.H. - 1950.  
Bull. Vermont. Agric. Expt. Station. n° 558.
- 21- FALL S.T. ; DIOP M. ; FRIOT D. ; MBAYE N.D.-  
Projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail. Phase I : Deuxième rapport I.S.R.A. 1988 - 22 p.

- 22- FARDEAU J.H. -  
Les compléments minéraux chez la vache laitière.  
Th. Med. Vet. ; Toulouse : 1979 ; n° 80.
- 23- FAYE B.  
Contribution à la connaissance des valeurs de la protéinémie totale et de ses différentes fractions chez le zébu Gobra du Sénégal (influence de l'âge et du sexe).  
Th. Med. Vet. - DAKAR 1988 - 10.
- 24- FIELD A.C. ; SUTTLE N.F. - 1967.  
J. Agric. Sci. Camb. 69, 417-423.
- 25- FIELD A.C.  
Some problems in determining dietary allowance of macro-elements for ruminants. 4ème Conférence Internationale sur les minéraux. ST PETERSBURG (Florida), 14 janvier 1981.
- 26- FERNANDO R.  
Besoins en digo-éléments des animaux et les conséquences de leurs carences.  
Ann. Nutr. Alim. 1971, 25 : B<sub>235</sub> - B<sub>325</sub>.
- 27- GUEGUEN L.  
Valeur comparée de phosphates minéraux comme source de phosphore pour les animaux.  
Ann. Zoot. 1961. 10 (3) : 117-196.
- 28- GUEGUEN L. 1962.  
L'alimentation minérale des bovins (éléments majeurs).  
Journées C.E.T.A. - ET. n° 665. F.N. C.E.T.A. Paris.
- 29- GUEGUEN L. ; MATHIEU M.  
L'utilisation des éléments minéraux dans la ration par le veau. Influence du régime alimentaire.  
An. Zoot. 1962, 11 (2) : 115-134.

- 30- GUEGUEN L. ; MATHIEU M.  
L'utilisation des éléments minéraux dans la ration par le veau.  
Influence de l'apport phosphocalcique.  
Ann. Zoot., 1965, 14 (3) : 231-245.
- 31- GUENGUEN L. - 1966.  
Bull. Soc. Sci. Hyg. alim., Ass. Fr. Tech. Alim. Anim. et  
Ass. Fr. Zoot. ; 54, 283-292.
- 32- GUEGUEN L. - 1972.  
La complémentation minérale des régimes à bases de céréales  
pour les ruminants. L'utilisation des céréales (grains) dans  
l'alimentation des ruminants. ET. n° 53. ed. SET, CNRA  
Versailles.
- 33- GUERIN H. ; MBODJ G.-  
Effet de divers niveaux de complémentation sur la croissance  
des jeunes bovins en ré-élevage au Ranch de Doli.  
DAKAR : SODESP - LNERV, 1982 - 6 p.
- 34- GUEYE I.S. ; FRIOT D. ; CALVET H.  
Valorisation du cheptel bovin en zone sylvopastorale du Sénégal.  
Rapport définitif concernant les résultats obtenus au centre  
de pré vulgarisation minérale de Labgar.  
DAKAR ; Direction Santé et Production Animale du Sénégal,  
1973 - 63 P.
- 35- GOURARI N.  
Aphosphorose des bovins : contribution à l'étude de son étio-  
logie et ses conséquences économiques et pathologiques.  
Thèse : Méd. Vét. : Lyon, 1975 ; n° 14.
- 36- HARTMANS J. - 1971.  
Proc. Sth. Coll. Inter. Patash. Inst. 207-211.

- 37- HOGAN A.G. ; NIERMAN J.L. - 1927.  
Res. Bull, Mo, Agric., Expt; Sta, n° 107.
- 38- JAMES L.S.  
Relationship of cheek tooth abrasion to fluoride induced permanent incisor lesions in Livestock.
- 39- JACQUOT R. ; LEBARS H. ; SIMONNET H. - 1960.  
Nutrition animale - Vol II, Tome I - ed Baillièrè et Fils Paris.
- 40- JACQUOT R. ; LEBARS H. ; LEROY A.M. ; SIMONNET H. - 1961.  
Nutrition animale - Vol. II. Tome II - ed Baillièrè et Fils Paris.
- 41- KANDORO N.E.  
Contribution à l'étude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur certains constituants minéraux sériques chez le zébu Gobra.  
Th. Méd. Vét. DAKAR : 1988 : n° 53.
- 42 - KESSABI M.  
Métabolisme et biochimie toxicologique du fluor :  
Rev. rec. Med. Vét. ; 1984, 135 (8-9) ; 497-510.
- 43- LEROY A.M. - 1929.  
Elevage rationnel des animaux domestiques.  
ed. Hachette; Paris 443 p.
- 44- MC DOWEL L.R. ; CONRAD J.H. ; LOOSKI J.K. ; MORILLO D.  
Results of mineral research in Latin America.  
Latin America short course, 1979 - 18 p.
- 45- MILHAUD G. ; GODFRAIN J.C.  
La fluorose bovine d'origine industrielle.  
Rec. Méd. Vét., 1975, 191 (5) : 265-272.

- 46- MONGODIN B. ; TACHER G.  
Manuel d'alimentation des ruminants domestiques.  
2ème éd. Paris : IEMVT, 1983 - 167 p.
- 47- MOULTON C.R. ; TROWBRIDGE P.F. ; HAIGH L.O. - 1922.  
Minnesota Agr., Expt. Sta. Research Bull. n° 55.
- 48- MOURAD I.  
Contribution à l'étude de la fluorose ; comparaison des volumes  
des dents au sein d'une population libanaise au Sénégal.  
Th. Chir. Dent. ; DAKAR : 1983, n° 14.
- 49- MORRISON F.B.  
Feeds and feeding, 25è ed. 1148. The MORRISON Publ. Comp.,  
Ithaca N.Y.
- 50- NDIAYE V.  
Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des  
bovins tropicaux. Cas du Sénégal.  
Th. Méd. Vét. - DAKAR, 1985 ; n° 21.
- 51- NDONG B.  
Exploitation du lait et des produits laitiers au Sénégal  
Thèse : Méd. Vét. - DAKAR : 1982 ; n° 22.
- 52- OUEDRAGO G.A.  
Contribution à la connaissance des valeurs sériques des enzymes  
du zébu Gobra. (PAL, TGP, TGO, GGT et LDH).  
Th. Méd. vét. - DAKAR : 1986 n° 16.
- 53- REID R.L., HORVATH D.J. - 1980.  
Soil chemistry and mineral problems in farm Livestock.  
A review. Anim. Feed. Sci Technol. 5 : 95.

- 54- RIOS J.R. - 1974.  
Una nota sobre el consumo de sales minerales en bovinos de carne a postoreo. Agrom. Trop., 24 : 277.
- 55- RIVIERE R.  
Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, ministère de la Coopération. Maisons Alfort, IEMVT 1978 (Coll. manuels et précis d'élevage n°9).
- 56- ROBELIN J. ; THERIEZ M. ; ARNAL M. ; FERRERA M. - 1977.  
Ann., Zoot. - 26. 69-81.
- 57- ROY J.H.B. - 1958.  
Calves (dairy and beef), 48-75 in scientific principles of feeding farm Livestock. Proc., Conf. Brighton - ed. Farmer Stock breeder Publ. London.
- 58- SALASON A.  
Contribution à l'étude du microdosage de l'ion  $F^{-}$ , et des signes biologiques de son action toxique chronique.  
Thèse : Méd. Vét. Lyon. 1959 - n° 7.
- 59- SAWADOGO G.J. ; THOUVENOT J.P.  
Enzymes, principaux constituants minéraux et organiques sériques chez le zébu Gobra du Sénégal, effet de l'âge et du sexe.  
Rev. Méd. Vét. 1987, 138 (5) : 443-446.
- 60- SAWADOGO G.J.  
Protéines sériques totales et fractions chez le zébu Gobra du Sénégal : effet de l'âge et du sexe.  
Rev. Méd. Vét. 1987, 138 (7) : 625-628.

SAWADOGO G.J.

Commission en

de la

du



- 61- SAWADOGO G.J.  
Complémentation en phosphore de l'alimentation du bétail en élevage extensif sahélien.  
DAKAR : EISMV, Département de Physique et Chimie Biologiques et Médicales, rapport sur l'état d'avancement des travaux, période 1987-1988, oct. 1987 - 8 p.
- 62- SAWADOGO G.J. ; DESAQUI ; SANNES P. ; BURZAT V.  
Note sur les effets de l'âge et du sexe sur les concentrations plasmatiques de cuivre, Zinc et magnésium chez les zébus Gobra.  
Rev. Méd. Vét., 1988, 139 (3) : 311-313.
- 63- SAWADOGO G.J. ; THOUVENOT J.P. ; RICO A.C.  
Effets de la gestation et de la lactation sur la biochimie sérique du zébu Gobra au Sénégal.  
Rev. Méd. Vét., 1988, 139 (10) : 953-956.
- 64- SCHULZ E. ; OSLANGE H.J. ; DAENICKE R., - 1974.  
Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körpersubstanzsonie des Stoffes und Energieausatz bei wachsenden Mastbullen. Beihefte zur Tierphysiologie tierernähr. Füttern ; 4, Verlag Paul Paray, Berlin.
- 65- SERRES H. ; BERTAUDIÈRE L.  
Essais de distribution de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 1979, 32 (4) : 391-399.
- 66- THEILER A. ; GREEN H.H. - 1932.  
Aphosphorosis in ruminants.  
Nutr. Abstr. Rev. 1, 359-385.
- 67- ZOMA N.I.  
Contribution à l'étude des effets de la complémentation en phosphates naturels sur certains constituants biochimiques sériques chez le zébu.  
Thèse Méd. Vét. : DAKAR, 1989 n°49.

A N O N Y M E S

-----

- 68- Agricultural Research Council. 1965 - The nutriment requirements of farm Livestock, n° 2. Ruminants. A.R.C. London.
- 69- INRA, 1978. - Alimentation des ruminants Ed. INRA publications (route de Sain Cyr), 7800 Versailles.
- 70- Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires  
Protocole provisionnel concernant "l'utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux".  
DAKAR : LNERV, 1984 - 8 p.
- 71- SENEGAL- Ministère du commerce - Decret 74-1003 du 30.10.74  
fixant la nomenclature et réglementant le commerce des aliments pour animaux d'élevage.  
J.O.R.S. n° 4394 du 14 dec. 1974.
- 72- SENEGAL- Institut Sénégalais de Recherches Agricoles - Centre  
de Recherches Zootechniques de Dahra - rapport annuel 1983.
- 73- Société d'Etude et d'Application des minéraux de Thiès -  
le polyphos dans l'alimentation des vaches laitières.  
1975 - 8 p.
- 74- Société Sénégalaise des Phosphates de Thiès - le polyphos :  
phosphate spécial pour l'alimentation animale.  
Bulletin de liaison de la SSPT, 1975.
- 75- Société d'Etude et d'Application des minerais de Thiès.  
le fluor des polyphos - Normes d'utilisation - 1976, 4p.

# TABLE DES MATIERES

-----

## INTRODUCTION

## PREMIERE PARTIE

### Chapitre I : LA COMPLEMENTATION MINERALE

1. Définition
2. Objectifs de la complémentation
  - 2.1. minéraux et gains de poids
  - 2.2. minéraux et pertes de poids
  - 2.3. minéraux et production laitière
  - 2.4. minéraux et reproduction
3. Nécessité de la complémentation minérale
  - 3.1. Situation générale de la complémentation au Sénégal
  - 3.2. la complémentation phosphocalcique
    - 3.2.1. Les différentes sources de phosphore.
      - a) teneur en calcium et phosphore des végétaux
      - b) teneur en calcium et phosphore des autres aliments
      - c) les réserves phosphocalciques du squelette
    - 3.2.2. Les besoins en phosphore des animaux
      - a) Définition
      - b) besoin d'entretien
      - c) besoin de production
      - d) besoins alimentaires et apports recommandés
4. Résultats antérieurs.

## Chapitre II : LES PHOSPHATES NATURELS

1. Avantages de l'utilisation des phosphates naturels en complémentation.
  - 1.1. Lutte contre les carences minérales
  - 1.2. Amélioration des productions animales
2. Inconvénients liés à l'utilisation des phosphates naturels en comolémentation.
  - 2.1. Palatabilité des phosphates naturels
  - 2.2. Problèmes toxicologiques liés à l'utilisation des phosphates naturels.
    - 2.2.1. Pathologie par excès.
    - 2.2.2. La fluorose posée par l'utilisation des phosphates naturels en alimentation animale.
      - a) Lésions dentaires
      - b) Lésions ostéo-articulaires
      - c) Atteinte de l'état général
      - d) Autres modifications
3. Les phosphates naturels du Sénégal.
  - 3.1. Particularité des phosphates naturels du Sénégal
  - 3.2. Composition des phosphates du Sénégal.

## Chapitre III : LE PROJET "IMPHOS"

1. Définition
2. Objectifs
3. Protocole expérimental

4. Résultats préliminaires.
  - 4.1. Composition des phosphates
  - 4.2. Examen clinique
  - 4.3. Analyse chimique des phosphates
  - 4.4. Biochimie sérique
  - 4.5. Comportement pondéral des animaux.

## DEUXIEME PARTIE

### Chapitre I : EXPERIMENTATION DES PHOSPHATES NATURELS EN ALIMENTATION ANIMALE A SANGALKAM (Sénégal).

1. Matériels
  - 1.1. animaux utilisés
    - a) Composition des animaux et mise en lot en milieu contrôlé.
    - b) Alimentation et abreuvement.
  - 1.2. Compléments minéraux utilisés
  - 1.3. Matériel technique
2. Méthodes
  - 2.1 Distribution des phosphates naturels
  - 2.2 Examen clinique
  - 2.3. Evolution pondérale
  - 2.4. Les prélèvements sanguins
  - 2.5. Analyses biochimiques
  - 2.6. Analyses statistiques

## Chapitre II : LES RESULTATS

### 1. Examen clinique des animaux

#### 1.1. Etat général

#### 1.2. Appareil osseux

#### 1.3. Les dents

### 2. Analyses biochimiques et pondérales

#### 2.1. Les minéraux

##### 2.1.1. la calcémie

##### 2.1.2. la phosphorémie

##### 2.1.3. la magnésiémie

#### 2.2. Les constituants organiques

##### 2.2.1. la créatinémie

##### 2.2.2. l'urémie

##### 2.2.3. la protéinémie

##### 2.2.4. la glycémie

##### 2.2.5. l'albuminémie

#### 2.3. L'évolution pondérale

## Chapitre III : DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

1. La conduite de l'expérimentation
  - 1.1. la première phase de l'expérimentation
  - 1.2. la distribution des phosphates naturels
  - 1.3. l'ingestibilité des compléments minéraux
2. L'examen clinique
3. L'évolution pondérale
4. Les résultats biochimiques.

C O N C L U S I O N      G E N E R A L E

## **SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR**

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

**\* d'avoir en tous moments et en tous lieux, le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire.**

**\* d'observer en toute circonstance , les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays.**

**\* de prouver par ma conduite , ma conviction que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a que dans celui que l'on peut faire.**

**\* de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.**

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



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

LE CANDIDAT

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

VU  
LE DOYEN DE LA  
FACULTE DE MEDECINE ET  
DE PHARMACIE

LE PRESIDENT DU JURY

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

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

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