ZV0000818

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

LABORATOIRE NATIONAL
D'ELEVAGE ET DE RECHERCHES
VETERINAIRE
B.P. 2057 - DAKAR - HANN

CENTRE
DE RECHERCHES
ZOOTECHNIQUES
DE DAHRA

PRO JET D'ETUDE DES PHOSPHATES NATURELS DANS L'ALIMENTATION DU BETAIL

PHASE 1 - Deuxième Rapport

Par

Safiétou T. FALL, Mamadou DIOP,
Dominique FRIOT et NDiaga MBAYE
avec la collaboration technique
de Antoine SARR et Amangoné NDOYE

INSTITUT MONDIAL DU PHOSPHATE
ROUTE EL JADIDA x BD GRANDE CEINTURE
CASABLANCA - MAROC

SOMMAIRE

INTRODUCTION..... 2

MATERIEL ET METHODE..... 9

RESULTATS ET DISCUSSIONS..... 13

CONCLUSION..... 19

BIBLIOGRAPHIE..... 20

INTRODUCTION

1.1 - Le problème des carences minérales en milieu tropical

A côté de l'insuffisance en eau, énergie et protéines, la responsabilité des carences minérales dans la faible productivité des ruminants domestiques en milieu tropical est aujourd'hui bien connue.

La sous-nutrition' minérale est la cause de troubles de la reproduction, d'infections diverses et de maladies osseuses, cardiaques, nerveuses et cutanées avec des conséquences économiques importantes .C'est pourquoi les recherches en alimentation minérale ont intéressé les nutritionnistes dès le début du siècle. Selon NIEKERK (1978), les premières études réalisées en Afrique du Sud ont démontré que la cause primitive du botulisme est une carence en phosphore (d'après CONRAD et al., 1985).

De nombreux travaux des années 60 et 70 font état de déséquilibres minéraux en Afrique et en Amérique du Sud (CALVET et al., 1983, MTIMUNI et al., 1982).

Au Sénégal, l'hypothèse de polycarences en général et de carences en phosphore en particulier a été émise au début des années 60, suite à la mortalité causée par le botulisme ou maladie des forages qui sévissait sous une forme endémique dans la zone sahélienne menaçant chaque année des centaines de milliers de ruminants.

Le botulisme a explosé dans la principale zone d'élevage avec l'avénement des forages. En apportant de l'eau en permanence pendant toute l'année, ces forages n'ont certes pas totalement supprimé le mode d'élevage transhumant (BARRAL et al., 1983), mais ont beaucoup diminué l'amplitude des mouvements des troupeaux. (CALVET, 1965). Le bétail descend ainsi de moins en moins vers le Sud, ce qui limite son accès aux pâturages plus abondants et plus variés. Cela entraîne une malnutrition et une dépravation du goût avec phénomène de pica. L'animal ingère des substances non alimentaires : du sable, des cailloux, des cadavres et surtout des os. Il absorbe en même temps le germe responsable du botulisme : *Clostridium botulinum* .

Concomitamment aux recherches sur les aspects pathologiques, des études biochimiques ont été menées et CALVET a mis en évidence une hypophosphorémie en 1965.

En précisant les carences minerales qui sévissaient dans le ferlo, FRIOT et CALVET ont diagnostiqué en 1971, une hypophosphorémie, une hypocalcémie et une hypocuprémie chez les bovins. Ces polycarences causaient un déséquilibre nutritionnel très marqué en saison sèche, et étaient responsables du pica et de l'ostéomalacie.

Les travaux de FRIOT en 1968 et 1969 ont mis en évidence la pauvreté des eaux de forages profonds en phosphore. Ces eaux ne peuvent pas être une source de phosphore supplémentaire susceptible de suppléer de façon significative les fourrages pauvres dans l'apport alimentaire en phosphore.

Ce déséquilibre en phosphore est aggravé au nord du Ferlo où nous sommes en présence d'eaux calciques qui créent un rapport phosphocalcique peu propice à une bonne assimilation du calcium et du phosphore chez les ruminants (CALVET et al., 1965).

Dans la malnutrition minérale qui frappe le bétail, les conséquences pathologiques graves qu'il entraîne font du déséquilibre phosphocalcique l'une des déficiences les plus importantes. Il y a cependant aussi, des carences en sodium, zinc et cuivre (CISSE, 1985). Ces polycarences minérales ne permettent pas une utilisation optimale du peu de matière sèche, d'énergie et de protéines disponibles en zone sahélienne.

1.2 - Supplémentation minérale du bétail avec les phosphates naturels ou d'autres compléments minéraux : Travaux antérieurs.

L'effet bénéfique de la supplémentation minérale sur la productivité du troupeau, singulièrement sur les paramètres de la reproduction en milieu tropical, a été rapporté par de nombreux auteurs (CONRAD et al., 1985);

Au Sénégal, la mise en évidence des carences minérales dans la zone sahélienne a été suivie de plusieurs essais de supplémentation pour lutter contre le botulisme , améliorer l'état général du cheptel et sa productivité.

Au centre de prévulgarisation de la supplémentation minérale de Labgar, CALVET et coll. (1972) ont montré que l'apport quotidien de petites quantités de phosphore (5 à 8 g) pouvait réduire la perte de poids des bovins en saison sèche. La supplémentation minérale a eu un effet comparable à la supplémentation azotée, avec un effet hautement significatif surtout chez les animaux âgés de plus de dix ans. Cette expérience qui a duré cinq mois a été écourtée à cause du déplacement des effectifs suivis.

Les expériences de supplémentation azotée de génisses Gobra menées par DIALLO et coll. (1983) à Dahra ont mis en évidence l'effet limitant du tourteau d'arachide et d'un complément minéral à base de phosphate bicalcique sur les pertes de poids en saison sèche. En saison humide, les animaux les plus éprouvés ont eu une croissance compensatrice plus importante. Au bout d'un an d'expérience, le comportement pondéral, la fécondité et le poids à la naissance n'ont pas été significativement influencés par la complémentation minérale et azotée.

L'effet bénéfique de la supplémentation minérale sur la productivité numérique et pondérale des bovins est indéniable. Il y a cependant des variations saisonnières.

En 1986, READ et ENGELS n'ont pas pu observer une influence significative de la supplémentation phosphorée sur la prolificité des brebis et le poids des agneaux à la naissance, bien que le diagnostic biochimique de l'aphosphorose ait pu être établi (d'après GUERIN, 1988).

Par contre PLAYNE, 1969 a observé une influence positive de la supplémentation minérale sur l'ingestion de stylosanthes par les ovins; ce phénomène ne s'est pas reproduit avec l'ingestion d'une graminée qui a la même teneur en phosphore mais est carencée en soufre (d'après GUERIN, 1988).

La réponse animale varie donc en fonction de l'espèce, de la saison et du mode de conduite de l'élevage. Le rôle du pâturage (biomasse et composition floristique) et le comportement alimentaire des animaux (choix des espèces) est souvent déterminant.

Les irrégularités de la réponse animale observées au plan zootechnique, n'enlèvent en rien la certitude de l'existence de polycarences minérales au Sahel. Ces déséquilibres ont été diagnostiqués et la gravité des conséquences pathologiques et économiques impose la nécessité de mener une supplémentation minérale adéquate. Cette nécessité est aujourd'hui bien comprise au Sénégal et la demande de compléments minéraux augmente sans cesse en aviculture, dans les ateliers de production intensive de lait ou de viande et en milieu extensif encadré.

Les compléments minéraux disponibles sont le phosphate bicalcique, le carbonate de calcium, la poudre d'os. Les fabricants d'aliments du bétail commercialisent des compléments minéraux et vi-

taminés pour la production intensive de lait, de viande et l'aviculture.

Ces compléments minéraux ne sont pas souvent disponibles en quantités suffisantes et sont d'un coût prohibitif. Cela limite fortement leur accès et les possibilités de vulgarisation chez l'éleveur traditionnel.

Les pays producteurs de phosphates naturels gagneraient à les utiliser dans la supplémentation minérale du bétail. Ils coûtent au moins dix fois moins chers que les compléments minéraux usuels. Ils ont cependant l'inconvénient d'être peu assimilables, d'avoir un rapport phosphocalcique pas toujours optimal et surtout une teneur en fluor inquiétante.

L'enjeu économique justifie cependant les travaux de recherche pour déterminer les conditions d'utilisation des phosphates naturels en alimentation animale.

Aux Etats-Unis, les premiers essais de supplémentation minérale de porcs à l'engrais avec les phosphates naturels datent de 1908 (VELU, 1933). Les phosphates avaient été jugés moins performants que la poudre d'os, les pierres de calcaire broyées ou les autres sels. Ils avaient même créé des troubles digestifs chez les génisses.

Après avoir utilise les phosphates du Maroc comme ration minérale d'appoint VELU (1933) conclut qu'ils étaient dangereux de les distribuer aux animaux et qu'il fallait les rejeter.

Selon CHAPMAN (1955), le mélange phosphate naturel + argile provoque une chute des performances avec des anomalies osseuses chez le porc.

Tous ces auteurs n'ont pas donné de détails sur la composition des phosphates utilisés, les quantités distribuées et la durée de la supplémentation.

Le phosphate ferro-alumino-calcique (ou polyfos) produit par la Société d'Etude et d'Application des minerais de Thiès (SMT), actuelle Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Thiès (CSPT) est utilisé dans les pays d'Europe depuis 1958 (LERMAN et al.,1956). Au début des années 60, plusieurs essais ont été effectués sur le polyfos par la SMT (1, 2, 3, 4, 5, 16).

En 1976, LERMAN et collaborateurs l'ont distribué à des taurillons et des porcs. Ils ont obtenu une parfaite tolérance du produit et des gains de poids satisfaisants. Aucune différence n'a été observée entre les lots recevant le polyphos et ceux supplémentés avec le phosphate bicalcique. Ils ont conclu que le remplacement du phosphate bicalcique par le polyphos était très avantageux (14).

Des résultats analogues avaient été rapportés par la SMT en 1967 avec l'utilisation du polyfos chez la vache laitière et le porc à l'engrais. Dans les conditions où un niveau de production élevé devait être assuré alors que le déficit en phosphore de la ration de base était manifeste, le polyfos a contribué à assurer les mêmes performances que le phosphate bicalcique. Des signes d'intoxication au fluor ou de présence de ce dernier en quantité importante dans le lait n'ont pas été évoqués (16).

En aviculture, le polyfos distribué à des poulets, de chair et des pondeuses s'est révélé aussi performant que le phosphate bicalcique.

L'ensemble de ces essais a servi de base aux normes d'utilisation publiées par la SMT (4) cf. tableau 1.

Tableau 1 - Normes d'utilisation du polyfos

	Taux d'incorporation du polyfos p100 MS		
	Bovins	Porcins	volaille
Aliment complet	1	1.5	3.5
Aliments complémentaires	2	5	
Composés minéraux	30	45	60

D'après SMT (4)

Au centre de prévulgarisation de la supplémentation minérale de Labgar, CALVET et coll. (1972) ont mis en évidence une supériorité significative du phosphate bicalcique comparé au polyfos. Sans créer de lésions de fluorose, le polyfos avait cependant limité les pertes de poids des zébus supplémentés pendant cinq mois de traitement (6).

En 1979, SERRES et BERTAUDIERE ont supplémenté des zébus arabes au Tchad avec le phosphate naturel du Togo. Chaque zébu recevait 50 g de phosphate. Ces phosphates titraient environ 3 p 100 de fluor. Ils observèrent des signes de fluoroses au bout de trois mois. Après trois mois d'arrêt et régression des lésions de fluo-

rose (exostose, coloration des dents et boiteries) ils reprirent la distribution pendant 3 mois, puis 9 mois d'arrêt et enfin trois mois de traitement. Les signes d'exostose très marqués en fin de distribution ont regressé pendant les périodes de repos au cours desquelles il y a élimination du fluor par voie urinaire.

Au cours de l'essai 20 pour cent des dents ont été lésées. La teneur en fluor des maxillaires a varié de 630 (témoins) à 8 000 ppm (animaux supplémentés en fin d'essai). La teneur en fluor des os a atteint le maximum en fin de deuxième période de distribution: 12 900 ppm. Ce qui de loin est supérieur à la norme de 3 000 à 4 000 ppm considérée comme compatible avec la structure normale de l'os. A l'issue de ces travaux SERRES et BERTAIJDIERE recommandèrent la distribution de 30 g de polyphos par animal et par jour pendant deux périodes de deux mois chacune au cours de l'année (21).

En 1985, la supplémentation énergétique, azotée et minérale de génisses Gobra a été effectuée avec des blocs mélasse-urée-minéraux au CRZ de Dahra (DIALLO et coll., 1985). Ces blocs contenaient en outre du son de blé et du chlorure de sodium. Les minéraux étaient représentés par 18 p 100 de phosphate de Matam (lot 1), 12,5 p100 de phosphate de Thiès (lot 2) et 12,5 p 100 de phosphate de Taïba (lot 3). Le lot 4 (témoin) n'avait pas reçu de blocs. Ces blocs ont été consommés en moyenne à raison de 300 g par animal et par jour soit 54 g de phosphate de Matam, 37 g de phosphate de Thiès et 37 g de phosphate de Taïba.

Les apports en phosphore ont été respectivement de 4, 5 et 5,4 g par animal respectivement pour les lots 1, 2 et 3.

Le lot témoin n'ayant pas reçu de blocs, il a été difficile de voir l'influence spécifique des phosphates sur la productivité du troupeau. Cependant, au bout de cinq mois d'expérimentation aucun signe de fluorose n'a été observé.

Ce travail a été poursuivi par NDIAYE en 1985 à Dahra. 50 g de phosphate de Taïba et de Thiès ont été distribués à deux lots de taurillons Gobra, comparés à un lot témoin qui n'a pas reçu de phosphate. Les animaux ont été nourris sur pâturage naturel avec de l'eau à volonté. L'apport en phosphore était de 7 g par animal par jour.

De février à juin 1985, ces expériences ont permis d'observer une augmentation de la fluorémie et de la phosphorémie qui ont baissé dès l'arrêt du traitement. Ces paramètres ont été plus élevés

dans le lot phosphate de Taïba où on a observé quelques lésions de fluoroses dentaires qui ont progressivement régressé à l'arrêt de la distribution de phosphates.

A l'issue de ces travaux NDIAYE recommandait la distribution de 50 g de phosphates de Taïba pendant quatre mois à partir du mois de février suivi d'une période d'arrêt pendant l'hivernage et le début de la saison sèche froide pour éliminer l'excès de fluor.

Les expériences de DIALLO et coll. (1985) puis NDIAYE (1985) permettent de préconiser une dose plus importante et un temps de distribution plus long que ce qui avait été recommandé par SERRES et BERTAUDIERE, 1979 pour des types de phosphate comparables (ceux du Togo et de Taïba).

Ce bref compte-rendu d'essais préliminaires montre qu'il est possible d'utiliser les phosphates naturels dans l'alimentation des bovins, ovins, porcins et volailles.

Au rejet systématique du début du siècle (VELU, 1933), CHAPMAN,1955) ont succédé des recommandations sur l'utilisation restrictive des phosphates naturels (SMT1967, CALVET et a1.1972, SERRES et BERTAUDIERE 1979, DIALLO et coll. 1985, NDIAYE, 1985).

Les travaux de recherches doivent cependant être poursuivis pour comparer les différents types de phosphates et préciser le mode de distribution.

1.3 - Objectif du **projet**

Avec l'appui financier de l'IMPHOS+ le projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail a démarré ses travaux le 7 juin 1987.

En collaboration avec l'EISMV et le CRZ de Dahra, nous devions :

1°) - faire une étude comparative des phosphates de Thiès et de Taïba,

2") - identifier la dose optimale de distribution au zébu Gobra,

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

---

+ Institut Mondial du Phosphate. Casablanca, MAROC.

4°) - étudier l'influence des phosphates de Taïba et de Thiès sur le comportement pondéra1 de taurillons Gobra, et évaluer les risques de toxicité.

5°) - faire un bilan économique de la supplémentation minérale avec les phosphates naturels en comparaison avec la poudre dos.

Ces travaux doivent nous permettre de formuler des recommandations sur l'utilisation des phosphates naturels dans la complémentation minérale des bovins.

Après une vue synoptique de travaux préliminaires, le présent rapport a pour but de décrire le protocole expérimental et de discuter les premiers résultats obtenus après un an d'expérience

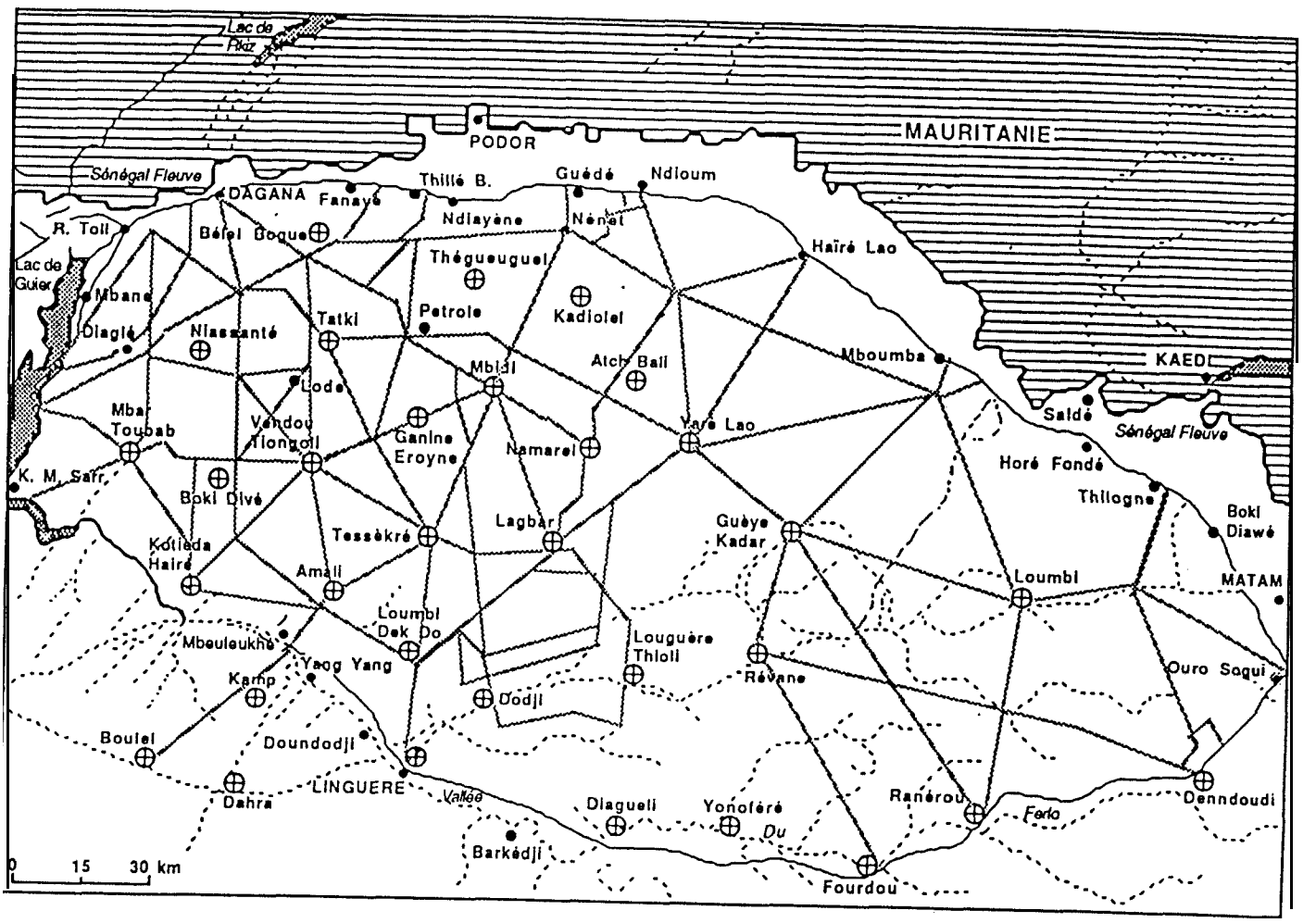
II - MATERIEL ET METHODE

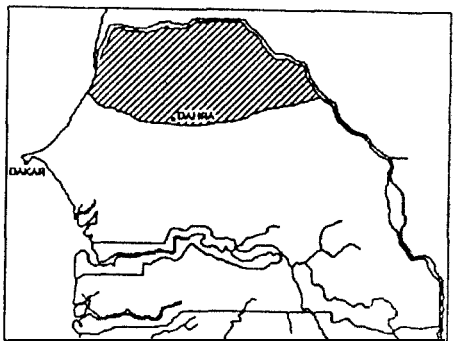
Tableau 2 : PARAMETRES ZOOTECHNIQUES DES BOVINS DANS LA REGION NORD DU FERLO

Pourcentage de mâle dans le troupeau	25-32 p100
Mortalité des mâles entre O-5 ans	15 p100
Mortalité des mâles entre 0 et 1 ans	10 p100
Taux d'avortement	05 p100
Femelles gestantes de moins de 5 ans	02 p100
Femelles gestantes de 5 à 9 ans	60 p100
Femelles gestantes de plus de 9 ans	38 p100
Taux de vente des mâles : (entre 1 et 2 ans	13 p100
sous encadrement (entre 2 et 3 ans	77 p100
(après 3 ans	10 p100
Taux de vente des femelles	
entre 0 et 2 ans	0
entre 2 et 3 ans	7 p 100
entre 3 et 7 ans	4 p 100
plus de 7 ans	20 p 100
Poids à la naissance	20 kg ± 2 kg
gmp O-200 j	270 g ± 20 g/j
Age à la première mise bas	4 ans 6 mois + 2 mois
Taux de fécondité	53 p 100
Taux de stérilité global	40 p 100

D'après PLANCHENAULT et al. in : BARRAL et al. 1983

ZONE DU FERLO





11.1 - Le site expérimental

Les expériences se sont déroulées au CRZ de Dahra situé au nord-est du Ferlo, la principale zone d'élevage au Sénégal (cf. carte). C'est une zone sahélienne typique avec une longue saison sèche (9 à 10 mois) et une courte saison humide (2 à 3 mois).

De 1934 à 1981 ,la pluviométrie a été en moyenne de 476.8 ± 41.6 mm (BARRAL et al.,1983) dans la région de Dahra.

Les sols du Ferlo sont pauvres en éléments nutritifs, en minéraux en particulier (CALVET, 1965). Sableux au nord-ouest ou cuirassés au sud, ils sont sans cesse agressés par la sécheresse, le piétinement aux abords des forages et l'érosion éolienne ou hydrique. (VALENTIN, 1983).

Du point de vue ressource en eau, il y a les mares temporaires, à durée de vie très courte pendant la période hivernale et post-hivernale, les puits traditionnels peu profonds, et surtout les forages profonds qui abreuvent les troupeaux pendant la majeure partie de l'année. Distants en moyenne de 25 kms l'un de l'autre, ces forages ont atténué les mouvements de transhumance sans les supprimer (Barra1 et al. 1983). Les eaux de forages profonds sont pauvres en minéraux. (FRIOT, 1969).

La végétation est variable en quantité et en qualité en fonction de la saison et de l'année. Le tapis herbacé est très fourni en saison humide avec un fourrage d'excellente qualité pouvant donner des gains de poids supérieurs au kilo chez les bovins. La dégradation post-hivernale des parcours naturels est rapide. A une chute de biomasse importante s'associe une baisse de qualité. Le fourrage qui titrait 0.45 UF en saison humide tombe à 0.15 UF et 0 gramme de MAD en saison sèche et ne peut pas satisfaire les besoins d'entretien du cheptel (CALVET et al., 1965). La végétation ligneuse joue en ce moment un rôle important et feuilles et fruits apportent un supplément en minéraux, protéines et carotènes.

Un environnement globalement difficile explique la faiblesse de la productivité du bétail. L'amtlioration des paramètres zootechniques en milieu traditionnel (cf. tableau 2) passe par une meilleure connaissance des parcours naturels et une supplémentation adéquate du cheptel.

Fig. : PLAN DU C[illegible]

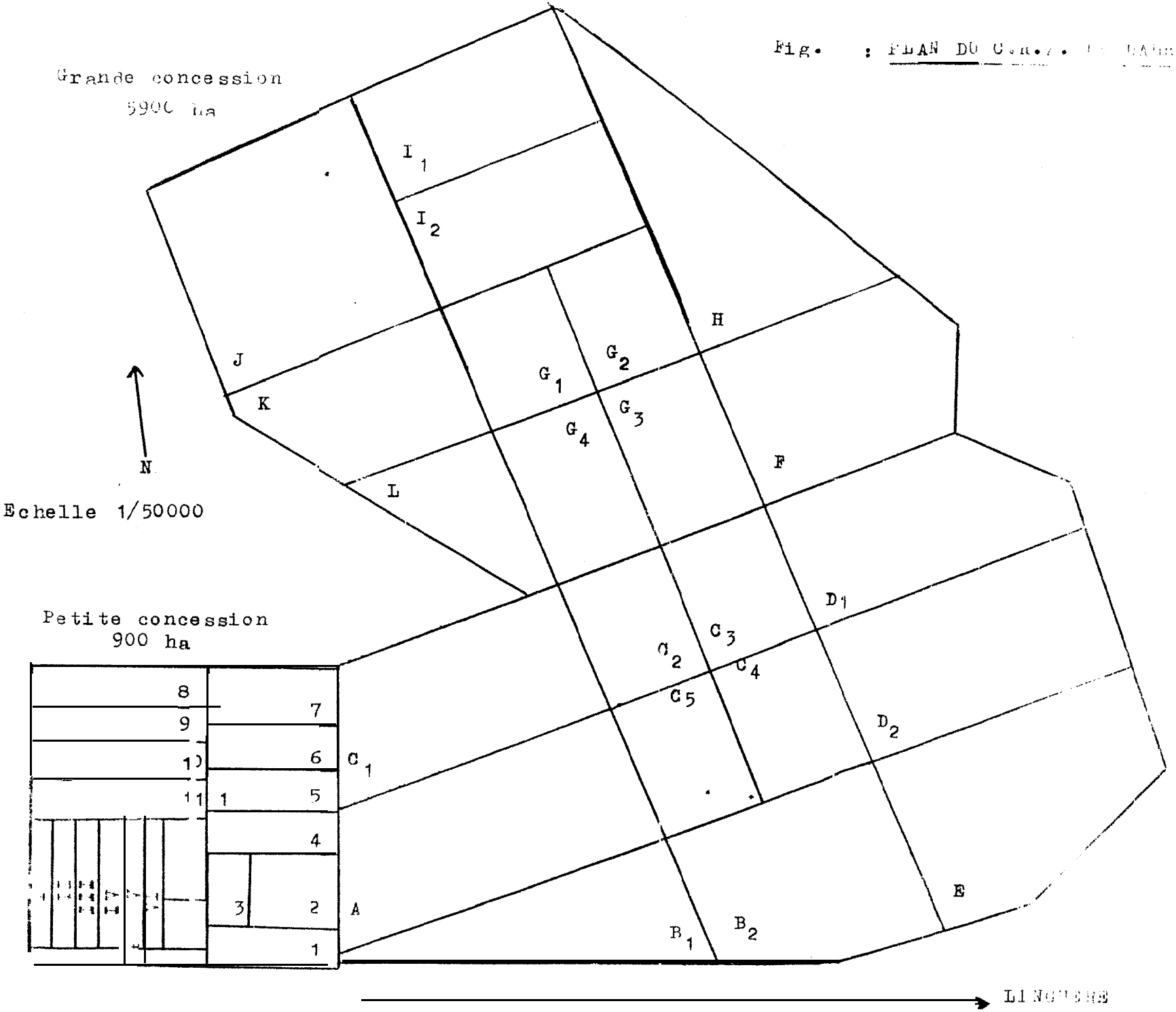

Grande concession
5900 ha
I 1
I 2
H
J
G 1
G 2
K
G 3
G 4
N
F
L
Echelle 1/50000
Petite concession
900 ha
D 1
C 3
C 2
C 4
C 5
D 2
8
7
9
6
C 1
10
11
1
5
4
3
2
A
E
B 1
B 2
1
LIMOGES

Tableau 3 : DISTRIBUTION DU COMPLEMENT MINERAL

Lot	1	II	III	Iv	V	VI Témoin
Complément minéral	Phosphate de Taïba	Phosphate de Taïba	Phosphate de Thiès	Phosphate de Thiès	Poudred'os	0
Dose quotidienne	50 g	50 g	50 g	100 g	65 g	0
Mode de distribution	Continu	Discontinu (1 mois sur deux)	Continu	Continu	Continu	0
N	13	13	13	13	13	12(1)

(1) Un taurillon a été retiré du lot par suite d'une rétivité excessive ayant conduit à une blessure à l'onglon lors de la triple pesée de démarrage.

II.2 - Le plan expérimental

1 - Les animaux

78 taurillons âgés de 1 à 2 ans d'un poids moyen de 140 kg ont été déparasités, numérotés, vaccinés contre la peste bovine, la péripneumonie contagieuse bovine et le botulisme, puis divisés en 6 lots de 13 chacun.

2 - Alimentation des animaux

Les animaux ont reçu un régime alimentaire uniquement basé sur le pâturage naturel de la parcelle A du CRZ de Dahra d'une superficie de 429 ha (cf. plan du CRZ). Le tapis herbacé était composé en majorité de ***zornia glochidiata*** qui représentait 60 p100 de la biomasse+. Les arbres fourragers ont été dominés par ***Balanites aegyptiaca.*** Nous avons noté aussi la présence ***d'Acacia nilotica, Acacia tortilis, Acacia senegal*** et une grande variété d'arbustes fourragers comme ***Guiera senegalensis .***

La biomasse mesurée en novembre 1987 a été de 1 250 kg à l'hectare'.

Les animaux ont séjourné dans la parcelle 24 h sur 24. L'abreuvoir de la parcelle leur a permis de boire une à deux fois par jour.

Le complément minéral a été distribué le matin entre 9 et12h selon le plan expérimental décrit au tableau 3. Une distribution directe, sans contention, après attache au piquet a été tentée. Le taux de consommation volontaire de phosphate a été mesuré. Pour favoriser l'ingestion des phosphates, l'équivalent d'une cuillerée à soupe de mélasse diluée a été ajouté à la dose quotidienne.

La distribution du phosphate s'est faite dans des récipients individuels.

II.3 - Mesures effectuées

2.3.1 - Consommation de phosphate

Le numéro des animaux qui ont consommé le complément minéral est noté tous les jours.

+ D'après le Service d'Agrostologie du CRZ de Dahra

2.3.2 - Collecte du berger et prélèvement des eaux

Un échantillonnage représentatif du fourrage ingéré est mensuellement effectué par la technique de "la collecte du berger". Le berger suit le troupeau et effectue un prélèvement manuel du fourrage aux points d'ingestion ; pendant une demi-heure plusieurs animaux sont suivis. Les eaux de forage ont été prélevées. Ces échantillons étaient destinés à l'analyse chimique.

2.3.3 - Examen clinique des troupeaux

Le but était de détecter précocement les signes éventuels d'intoxication au fluor. L'examen clinique mensuel du troupeau a porté sur l'état général, l'appareil osseux (par palpation-pression des maxillaires, des côtes et des métatarsiens pour détecter précocement des excroissances osseuses), et l'appareil bucco-dentaire à la recherche d'une coloration brune noirâtre et d'une érosion des dents.

2.3.4 - Le suivi pondéra1

Après une triple pesée de démarrage et pour suivre l'évolution pondérale des différents lots, les animaux ont été pesés deux jours consécutifs, tous les mois, le matin à jeun.

2.3.5 - Les analyses chimiques

La valeur chimique des eaux du forage et des phosphates a été étudiée.au LNERV.

Le calcium, le phosphore, le cuivre, le zinc, le magnésium et le fer des eaux ont été déterminés par spectrophotométrie d'absorption atomique; le fluor a été analysé par polarographie.

Les analyses chimiques des échantillons de fourrage ont porté sur la matière sèche par dessication à l'étuve à 80° pendant 18 heures, les cendres par calcination au four à 500" pendant 24 heures, les matières protéiques brutes par la technique de Kjeldahl, les fibres par les techniques de Van Soest, la cellulose brute par la méthode de Weende, le calcium et le phosphore par colorimétrie, les oligoéléments par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Sur les différents types de phosphate testés, ont été déterminés : la solubilité à l'acide citrique 2 p100, la teneur en calcium et

phosphore par colorimétrie, les oligo-éléments par spectrophotométrie d'absorption atomique et le fluor par polarographie.

A l'EISMV, les teneurs du plasma en calcium, phosphore, fluor et autres électrolytes ont été mesurées. Ce volet expérimental fera l'objet d'un rapport de l'EISMV.

III - RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 - Les compléments minéraux

3.1.1 - Caractéristiques chimiques (tableaux 4, 5, 6 et 7)

3.1.1.1 - Les phosphates

En dépit d'une certaine variation des teneurs en minéraux en fonction de la source d'information, les phosphates de Taïba, Thiès et Matam sont une source potentielle de macro et oligo-éléments.

Le phosphate de Taïba a une solubilité citrique moyenne. Son rapport phosphocalcique est compatible avec une bonne absorption de ces éléments dans l'organisme. Il est cependant pénalisé par une teneur en fluor inquiétante. Les doses quotidiennes distribuées aux lots 1 et 2 apportent plus du double du niveau critique (100 ppm) de fluor accepté chez les bovins. Ce fluor est cependant sous forme de fluorure calcique peu assimilable et moins soluble que le fluorure de sodium ; ce qui atténue sans doute la toxicité du phosphate de Taïba.

La teneur en cadmium du phosphate de Taïba est l'une des plus élevée. La valeur trouvée est très proche de celle rapportée par TECMIN (1983) dans son dossier cadmium. Si la toxicité du cadmium commence à être bien cernée chez l'homme, il est qualifié de "nouvel élément mineur chez les ruminants". La mise en évidence de sa nécessité chez le rat en croissance date de 1977 (CONRAD et al., 1985). Sa toxicologie chez les animaux doit être étudiée.

Le phosphate de Thiès est moins riche en fluor que le phosphate de Taïba. Le taux élevé d'alumine déprime en plus l'absorption du fluor. C'est le phosphate le plus intéressant de par sa teneur en fluor.

Il est cependant défavorisé par une solubilité citrique très mauvaise. Selon GUEGUEN (1961), 20 pour cent seulement de ce phosphate serait digestible.

Tableau 4 : COMPOSITION CHIMIQUE DE LA POUDRE D'OS

Minéral 100 p	LNERV 1986 (1) Farine d'os de machoire	Farine d'os de cornillons	BRGM 1988 (2)	LNERV 1988	Moyenne
Calcium	17.6	17.9	27.3	17.1	19.9
Phosphore	9.8	11.4	9.7	9.9	10.2
Magnésium			1.43	2.93	2.18
Fer			0.31		0.3 1
Fluor				0.2	0.2
Silice	1.6	0.5	0.5		0.86
Cadmium				0.00021	0.00021
Rapport Ca/p	1.7	1.5	2.8	1.7	1.9
Disponibilité biologique	Haute (3)				

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

(2) BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et minières

(3) D'après CONRAD et al., 1985

Tableau 5 : COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE **TAIBA**

Minéral p100	LNERV 1988	IEMVT 1985 (1)	NDIAYE 1985	CSPT 1980 (2)	Moyenne
Calcium	34.46	30.5	30	36	32.74
Phosphore	15	14	15	15.8	14.95
Fluor	1.75	2.76	3.5	3.7	2.9
Magnésium	0.12			0.01	0.065
Sodium	-			0.08	0.08 1
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	y.20	2.14
Solubilité à l'acide citrique 2p100	-	45			-
Disponibilité biologique	intermédiaire (3)				

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

(2) Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taiba - Sénégal

(3) D'après Conrad et al. 1985

Tableau 6 : 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 2p 100			32			
CuD				20 (3)		
Disponibilité biologique	Intermédiaire (4)					

(1) Société des Minerais de Thiès

(2) Société Sénégalaise des phosphates de Taiba

(3) D'après GUEGUEN 1961

Tableau 7 : CARACTERISTIQUE CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE MATAM

Composition chimique	CISSE 1983	IEMVT 1985	NDIAYE 1985	Moyenne
calcium	35.6	31.2	31.5	32.7
Phosphore	12.8	7.16	7	8.9
Fluor	2.5	2.5	2.5	2.5
Soufre	0.2	-	-	0.2
Magnésium	0.36	-	-	0.36
Cobalt	0.0026	-	-	0.0026
Sodium	0.17	-	-	0.17
Potassium	0.07	-	-	0.07
Aluminium	1.58	3.01	-	2.29
Manganèse	0.0245	-	-	0.245
Silice	5.17	-	-	5.17
zinc	0.0063	-	-	0.0063
Fer	0.83	-	-	0.83
Cuivre	11	-	-	11
Nickel	0.0142	-	-	0.0142
Ca/p	2.78	4.35	4.5	3.67
Solubilité à l'acide citrique 2p100	-	55.08	-	55.08
Disponibilité biologique	intermédiaire (1)			

(1) D'après CONRAD et al. 1985

Calcium et phosphore sont dans des proportions déséquilibrées peu propice à une bonne fixation de ces éléments par l'organisme.

Le phosphate de Thiès constitue une source de fer non négligeable. Sa teneur en cadmium est voisine de celle du phosphate de Taïba.

Le phosphate de Matam a une teneur en fluor non négligeable. C'est le phosphate le plus soluble dans l'acide citrique, mais aussi le plus déséquilibré en faveur du calcium.

Les phosphates peuvent être défluorés par traitement thermique ou acide. Les deux procédés ont l'inconvénient d'être coûteux mais si le premier baisse la solubilité des phosphates, le second au contraire l'augmente.

Les techniques de traitement des phosphates devraient pouvoir être affinées par les industriels pour satisfaire les critères d'un bon complément minéral pour les ruminants (FAYARD, 1988, TRUONG BINH 1988). Il s'agit d'augmenter leur assimilabilité, de créer un rapport phosphocalcique voisin de 2 en faisant des mélanges et de diminuer leur teneur en éléments toxiques, en fluor plus particulièrement.

3.1.1.2 - La poudre d'os

La poudre d'os est très assimilable. Son rapport phosphocalcique est très correct. Comme tous les tissus, elle a une faible teneur en fluor qui n'engendre pas un état pathologique. C'est un complément minéral de choix dont la comparaison avec les phosphates a pour but d'apprécier leur qualité.

3.1.2 - Ingestibilité des compléments minéraux

Le tableau 8 décrit l'évolution des consommations des phosphates et de la poudre d'os.

Après une période d'adaptation de 15 jours environ, tous les suppléments minéraux ont été bien appétés de juin à juillet 1987. Dès la tombée des premières pluies, les phosphates et la poudre d'os ont été refusés par la majorité des animaux. Les distributions ont été arrêtés d'août à octobre 1987.

A la reprise de la supplémentation en novembre, une réadaptation a été faite. Les lots 3, 4 et 5 ont bien accepté le phosphate

Tableau 8 : EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE COMPLEMENT MINERAL, p.100

Lots / Périodes	P 100 du lot				
	I	II	III	IV	V
12/6 - 5/7 1987	80 ± 16	72 ± 22	81 ± 1.5	71 ± 17	71 ± 21
6/7 - 29/7 1987	96 ± 6	0	99 ± 2	95 ± 6	90 ± 5
3/11 - 4/12 1987	54 ± 17	51 ± 17	84 ± 10	86 ± 11	92 ± 8
5/12 - 31/12 1987	49 ± 18	43 ± 12	86 ± 6	94 ± 8	93 ± 2
1/1 - 22/1 1988	45 ± 11	0	86 ± 2	87 ± 7	92 ± 0
22/1 - 17/2 1988	45 ± 12	40 ± 10	89 ± 4	95 ± 5	93 ± 3
18/2 - 14/3 1988	58 ± 11	0	83 ± 7	87 ± 12	91 ± 4
Consommation moyenne	61 ± 18	51 ± 12	87 ± 5	88 ± 8	89 ± 7

Tableau 9 : VALEUR CHIMIQUE DU FOURRAGE INGERE

Composition chimique / Dates de récoltes	g/kg MS					
	Matière organique	Matières azotées totales	Cellulose brute	Insoluble chlorhydrique	Calcium	Phosphore
Juin 1987	889	100			7.69	1.21
Juillet 1987	897	186	353	66	7.44	
Août 1987	820	200		105	8.66	2.75
Septembre 1987	928	151	318	18	6.91	1.10
octobre 1987	927	115	360	13	6.75	1.50
NOvembre 1987	931	122	374	14	5.42	1.75
Décembre 1987	936	82	404	21	5.51	1.08
Janvier 1988		Analyses en cours				
Février 1988	966	82	454	0	4.04	0.76
Mars 1988		Analyses en cours				
Avril 1988		Analyses en cours				

N.B. : Les analyses complémentaires de minéraux sont en cours.

Tableau 10 : DIAGNOSTIC DES CARENCES OU TOXICITES MINERALES SPECIFIQUES CHEZ LES RUMINANTS

Elément	Besoin de l'animal		Tissu	Niveau critique (a,b,c,d,)
	Vache laitière (e)	Bœuf de boucherie (f)	Mouton	
Carence				
Calcium, %	0.54	0.18-0.53	0.21-0.52	Os (dégraissé) Plasma Cendre d'os	24.5 % 37.6 % 8 mg/100 ml
Magnésium %	0.20	0.05-0.25	0.04-0.08	Sérum Urine	1-2 mg/100 ml 2-10 mg/100ml
Phosphore %	0.38	0.18-0.37	0.16-0.37	Os (dégraissé)	11.5 %
Potassium, %	0.80	0.5-0.7	0.50	Cendres Plasma	17.6 % 4.5 mg/100 ml
sodium, %	0.18	0.06-0.10	0.04-O. 10	Salive	100-200 mg/ml
Souffre, %	0.20	0.08-0.15	0.14-0.26	— — —	— — — —
Cobalt, ppm	0.10	0.07-O. 1	0.1	Foie	0.05-0,07 ppm
Cuivre, ppm	10	4-10	5.0	Foie Sérum	25-75 ppm 0,65 µg/ml
Iode, ppm	0.50	0.2-2.0	0.1-0.8	Ldit	300 µg/jour
Fer, ppm	50	20	30-50	Hémoglobine Tranferrine	10 g/100 ml 13-15 % de saturation
Manganèse, ppm	40	20	20-40	Foie	6 ppm
Sélénium, ppm	0.1	0.1	0.1	Foie Sérum Poiloulaine	0.25 ppm 0,03 µg/ml 0.25 ppm
Zinc, ppm	40	20-40	35-50	Sérum	0.6-0.8 µg/ml
Toxicite					
Cuivre, ppm	80	115	8-25	Foie	700 ppm
Fluor, ppm	30	30-100 g	60-200	os	4.500-5.500 ppm
Manganèse	1000	150	— — -	Poil	70 ppm
Molybdène, ppm	6	6	5-20	Foie	4 ppm
Sélénium, ppm	5	5	> 2.0	Foie	5-15 pp
Zinc, ppm	500	500	1000	— — —	— — — —

a Selon Conrad et al. 1985, d'Après McDowell (1976); Mtimuni (1982); McDowell et al. (1983).
b Valeurs baséées sur la mathière sèche.
c Les analyses non-minérales constituent des techniques de diagnostic valables pour les éléments suivants : cobalt (vitamines B12), iode (thyroxine libre), cuivre (céruplasmine) et sélénium (péroxydase de glutathione).
d Les concentrations suivantes des minéraux dans le sol suggèrent Mat de carence: calcium (0,35 méq/100 g), potassium (0,15 méq/100 g), magnésium (0,07 méq/100 g), phosphore (10 ppm), cobalt (0,1 ppm), cuivre (0.6 ppm), manganèse (19 ppm) et zinc (2 ppm).
e Recommandations pour les vaches laitières (500 kg) produisant 17-23 kg de lait par jour (NRC, 1978).
f Recommandations pour les bœufs en croissance et à l'engrais et pour les génisses (NRC, 1976).
g NRC (1980).

Tableau 11 : COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE FORAGE DE **DAHRA**

	Teneur en minéraux	
	Eau de forage parcelle A Dahra	Limite supérieure tolérée (NRC 1974 d'après CHURCH 1984)
Ca ppm	12	
P	analyse en cours	-
Cu ppm	analyse en cours	0.5
Zn ppm	0.01	25
Mg mg/l	6.2	-
Fe ppm	0.16	-
Fluor mg/l	1.3	2
Cadmium mg/l	analyse en cours	0.05
Cobalt mg/l	analyse en cours	1

de Thiès (pour les deux premiers) et la poudre d'os (pour le dernier). Dans les'lots 1 et 2, au contraire, la consommation de phosphate de Taïba n'a pas été régulière et complète pour tous les animaux. Actuellement, la moitié des animaux, seulement des lots 1 et 2 acceptent le phosphate de Taïba.

Pour les animaux réticents, divers condiments ont été testés en petites quantités : son de mil, graine de coton, sorgho broyé, sel marin. Ces tests d'appétabilité continuent actuellement pour identifier le condiment optimal qui augmente le mieux l'appétabilité des phosphates et favorise la consommation volontaire, plus simple et moins coûteuse en main d'œuvre que la distribution individuelle par bouteille appliquée par SERRES et BERTAUDIERE.

3.2 - Le fourrage ingéré

La valeur chimique du fourrage ingéré figure au tableau 9. Le fourrage a une très bonne qualité aux mois de juillet, août et septembre. Sa qualité évolue rapidement avec une chutte des teneurs en protéines, calcium et phosphore. Il y a des pertes de poids sévères en saison sèche.

La bonne qualité du fourrage en saison de pluie ne devrait pas empêcher une supplémentation adéquate en phosphore car les productions mesurées (plus d'l kilo de gain de poids par jour) créent des besoins supérieurs à la teneur en phosphore du régime. L'animal puise en faite dans ses réserves osseuses ce qui le rend moins apte à affronter la période de soudure.

3.3 - L'eau du forage de Dahra

Une teneur en fluor de 0.13 p100 a été trouvée (cf. tableau 11). En 1965, les eaux de forages autour de Linguère avaient une teneur de 0.03 p100 (CALVET et al., 1965). Ces chiffres sont inférieurs aux limites supérieures tolérées (NCR 1974 d'après CHURCH, 1984).

Il y a donc du fluor dans les eaux de forage du ferlo, mais à des concentrations non dangereuses pour le bétail.

3.4 - L'examen clinique

3.4.1 - L'état général

L'état général du troupeau a été bon dans l'ensemble. Deux cas d'abcès au niveau des maxillaires ont été guéris après antibiothérapie.

Un taurillon du lot A a eu des lésions cutanées qui ont régressé après un traitement anti-parasitaire externe.

Un sujet du lot témoin trop rétif a été retiré de l'expérience par suite d'une blessure à l'onglon lors de la triple pesée de démarrage.

3.4.2 - L'appareil osseux

Aucune boiterie ou exostose n'a été observée.

3.4.3 - L'appareil bucco-dentaire

Un brunissement des dents accompagné d'une rugosité a été noté dès l'apparition des dents adultes. Ces lésions ont été observées chez les animaux de tous les lots y compris ceux du lot témoin et ceux recevant la poudre d'os. Les phosphates n'en sont donc vraisemblablement pas responsables. Cela pourrait être attribuable au fluor de l'eau qui, bien que n'ayant pas atteint les seuils critiques, pourrait par accumulation déterminer des lésions subcliniques qui n'empêche en rien une croissance normale de l'animal.

3.5 - Comportement pondéra1 des lots

L'évolution pondérale du troupeau est décrite dans les tableaux 12, 13 et les courbes 1, 2, et 3,

Dès la mise en lot, les animaux ont amorcé une croissance freinée par la "crise de juillet". D'août à septembre, les gains de poids ont été très importants (supérieurs à 1 kg). A partir d'octobre, il y a eu une croissance modérée et actuellement les animaux se stabilisent.

3.51 - Analyse de variance sur les gains moyens quotidiens (GMQ)

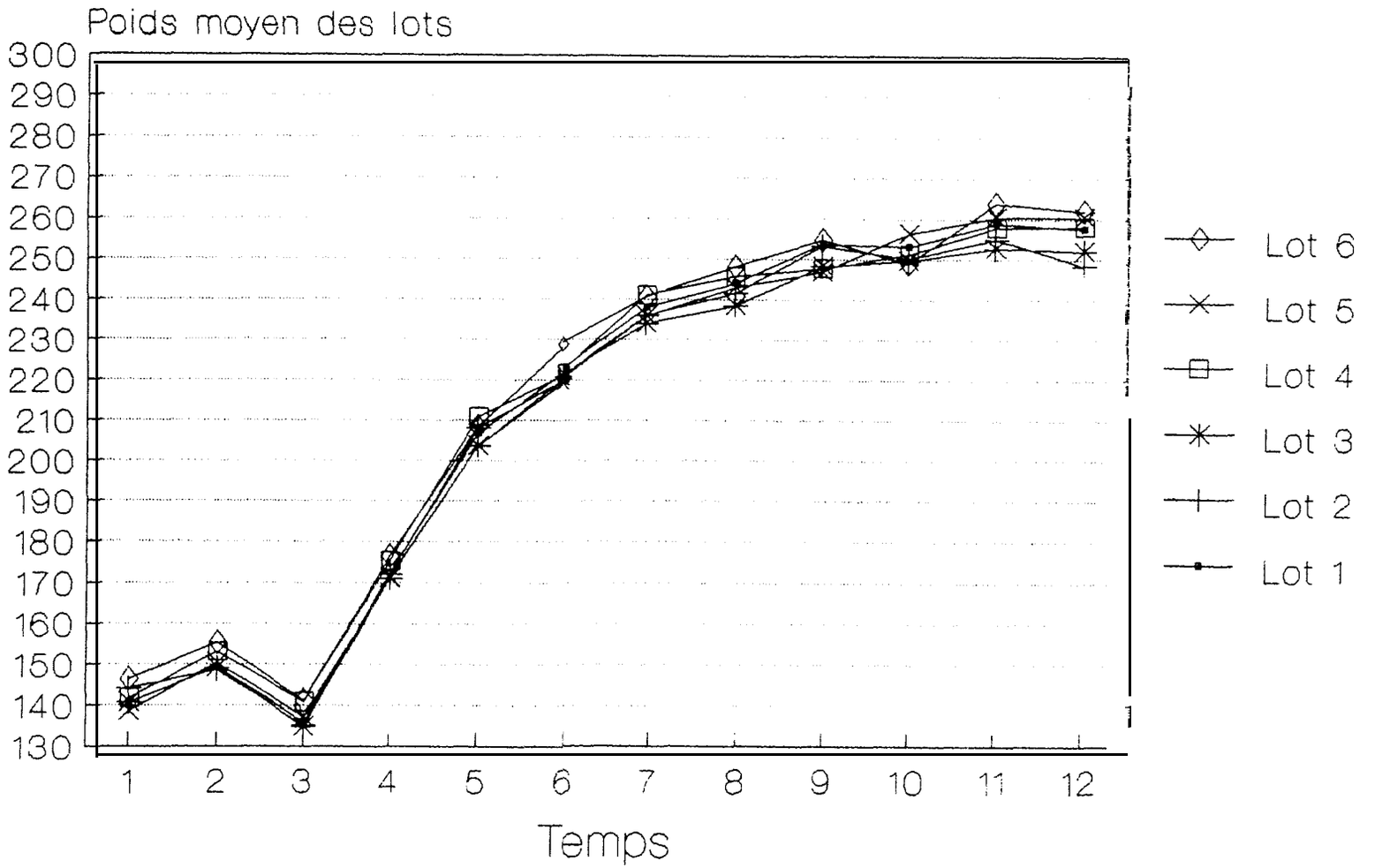
Une analyse de variance effectuée sur l'ensemble des six lots pour les GMQ ne montre pas de différences significatives. De la mê-

Tableau 13 : GAIN MOYEN QUOTIDIEN DES LOTS **g/jours**

Lots / Périodes		1	II	III	Iv	V	VI
6/6-6/7	1987	281	145	274	367	377	290
7/7-1/8	1987	-511	-515	-550	-473	- 504	-546
1/8-30/8	1987	1200	1200	1200	1100	1 130	1 176
31/8-29/9	1987	1 150	1200	1080	1 180	1070	1060
30/9-27/10	1987	750	469	661	423	630	754
28/10-24/11	1987	507	571	471	700	568	454
25/11-21/12	1987	218	196	157	164	254	261
22/12/87-18/1/88		350	421	354	71	139	243
19/1-16/2	1988	-29	-114	46	121	343	86
17/2-14/3	1988	214	178	110	239	146	239
15/3-12/4	1988	-50	-232	-21	11	0	-68
gmq sur 311 jours		376	336	359	374	392	372

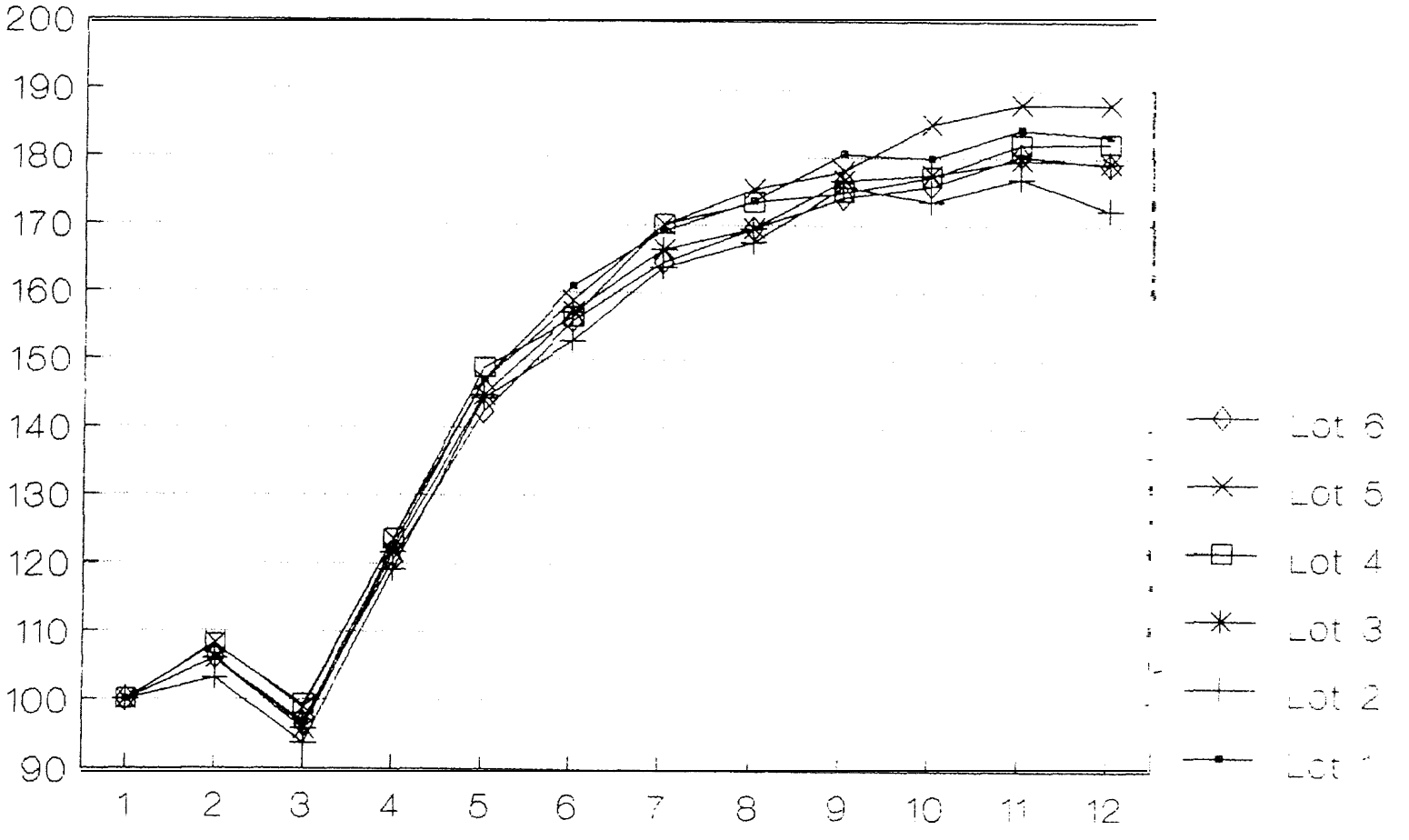
Courbe 1

EVOLUTION PONDERALE DES ANIMAUX
Programme IMPHOS Dahra (Senegal)



Courbe 2

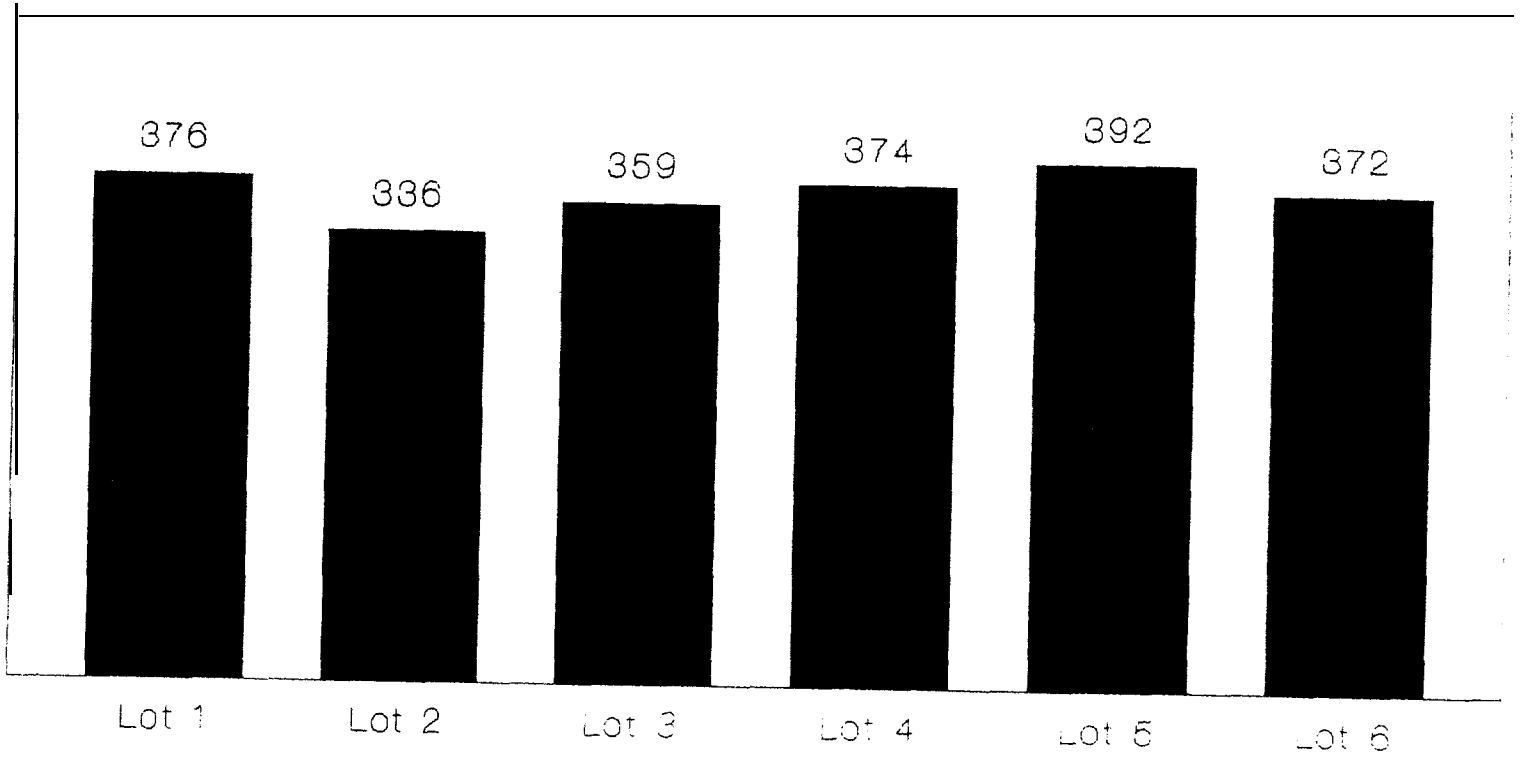
PROGRAMME IMPHOS Dahra (Senegal)
Evolution des poids ramenes a 100



ISRA/DRPSA/LNERV CRZ Dahra/IMPHOS

courbe 3

GAINS QUOTIDIENS MOYENS SUR 311 JOURS
Programme IMPHOS Dahra (Senegal)



Lot5 > Lot1 > Lot4 > Lot6 > Lot3 > Lot2

NS

ISRA-CRPSA-LNERV-CRZ Dahra IMPHOS

me manière, toutes les analyses de variance des lots 2 à 2 se sont avérées non significatives (P < 0.05) (cf. tableau ci-dessous).

	1	2	3	4	5	6
1	NS					
2	NS	NS				
3	NS	NS	NS			
4	NS	NS	NS	NS		
5	NS	NS	NS	NS	NS	
6	NS	NS	NS	NS	NS	

3.5.2 - Analyse de variance sur les poids vifs bruts

Ces analyses ont été réalisées sur les poids bruts du mois d'avril 1988. Les résultats sont identiques à ceux obtenus pour les GMQ. Il n'y a pas de différences significatives que ce soit sur l'ensemble des six lots ou sur les comparaisons des lots 2 à 2.
(cf. tableau ci-dessous).

Lots	1	2	3	4	5
2	NS				
3	NS	NS			
4	NS	NS	NS		
5	NS	NS	NS	NS	
6	NS	NS	NS	NS	NS

Analyse de variance sur les poids vifs remise à la base 100

Pour tenir compte des hétérogénéités de poids au début de l'expérience, nous avons calculé pour les poids de la pesée d'avril, les poids des animaux en prenant 100 comme poids à la pesée du jour 1 de l'expérience. Ensuite, les analyses de variance ont été menées sur ces poids - base 100.

Lots	1	2	3	4	5
2	NS				
3	NS	NS			
4	NS	NS	NS		
5	NS	NS	NS	NS	
6	NS	NS	NS	NS	5%

Une différence significative a été décelée sur l'ensemble des 6 lots, ce qui veut dire qu'au moins 1 des lots est différent d'un ou de

plusieurs lots. Les analyses de variance des lots 2 à 2 montrent une supériorité significative du lot 5 (poudre d'os) sur le lot témoin. ($p < 0.001$). Les phosphates n'ont pas eu une influence significative.

Remarquons que les écart-types de poids sont assez élevés ce qui rend difficile l'identification de différences significatives. L'estimation des poids des bovins au 100, nous a permis en partie de contourner cette difficulté.

L'influence de la supplémentation minérale des bovins devrait se préciser d'avantage durant les mois à venir car c'est pendant cette période de soudure qu'elle manifeste son effet bénéfique en limitant les pertes de poids (CALVET et al., 1972, DIALLO et al., 1983).

Tableau 13 : PRIX DES COMPLEMENTS MINERAUX

Complément minéral	Prix du kg (CFA)
Phosphate bicalcique	150
Carbonate de calcium	50
Poudre d'oss	60
Complément minéral et vitaminé pour:	
vache laitière	180
Phosphate de Taïba	15*
Phosphate de Thiès	15**

* D'après la CSPT
** Coût de revient du phosphate de Thiès d'après la SSPT
La mine de Matam n'est pas encore exploitée.

3.6 - Aspects économiques de l'utilisation des phosphates naturels dans la supplémentation minérale des animaux domestiques

La supériorité économique des phosphates naturels comparés aux compléments minéraux usuels ne fait pas de doute (cf. tableau 14). Ils coûtent plus de dix fois moins chers que le phosphate bicalcique et le carbonate de calcium.

Ces compléments minéraux sont importés pour la plupart et leur disponibilité n'est pas régulière, il y a souvent des ruptures de stock sur le marché.

Il y a donc un enjeu économique très important qui justifie la poursuite des recherches pour une meilleure utilisation des phosphates naturels en alimentation animale.

CONCLUSIONS

Pour lutter contre les carences en minéraux et limiter leurs conséquences pathologiques et économiques, les phosphates naturels représentent une source de calcium et de phosphore valorisable par le bétail.

La distribution de 50 et 100 g de phosphate de Thiès par animal et par jour à deux lots de taurillons gobra, pendant deux périodes de deux et six mois séparées par une phase de repos de trois mois, n'a permis d'observer aucun signe d'intoxication au fluor.

D'une teneur en fluor acceptable, le rapport phosphocalcique du phosphate de Thiès peut être corrigé par un mélange avec celui de Matam. Cela améliorerait sans doute son utilisation digestive. La dose de 100 g de phosphate de Thiès par animal et par jour semble être utilisable en production intensive ou semi-intensive de viande, sans risque d'intoxication au fluor. Cette quantité est très proche des doses préconisées par la SMT.

Les variations de consommation qui ont affecté les lots taïba (1 et 2) nous empêchent d'affirmer formellent l'inocuité du phosphate de Taïba. Il y a cependant dans chaque lot cinq taurillons qui ont régulièrement consommé 50 g de phosphate de Taïba pendant six mois, en continuité (lot 1) ou en discontinuité (lot 2) sans présenter des signes d'intoxication au fluor.

Ces observations confirment celles de NDIAYE (1985). Le phosphate de Taïba à une dose de 50 g par animal et par jour semble être utilisable en embouche bovine intensive ou semi-intensive.

Dans la poursuite des expériences, une amélioration de l'appétabilité du phosphate de Taïba devrait permettre de connaitre la durée maximal de tolérance de ce produit par les bovins.

L'influence positive de la supplémentation minérale sur le comportement pondéra1 du troupeau a été observée à partir du mois d'avril. Le lot 5 (poudre d'os) a été significativement supérieur au témoin. Cette influence devrait se préciser pendant la période de soudure.

Bien qu'étant moins assimilables que le phosphate bicalcique, le carbonate de calcium et la poudre d'os, les phosphates naturels ont l'avantage d'être disponibles et moins coûteux.

BIBLIOGRAPHIE

1 - ANONYME - Le fluor du polyfos
Document de la Société d'étude et d'application des minerais de Thiès : 2 p.

2 - ANONYME - Importance du rapport Ca/P dans l'utilisation du
Rapport de la Société d'étude et d'application des minerais de Thiès : 4 p.

3 - ANONYME - Polyfos in laying hens feeding : 3 p.
Rapport de la Société d'étude et d'application des minerais de Thiès : 3 p.

4 - ANONYME - Polyfos phosphate spécial pour l'alimentation animale.
Rapport de la Société d'étude et d'application des minerais de Thiès : 3 p.

5 - ANONYME - Polyfos in pig feeding.
Rapport de la Société d'étude et d'application des minerais de Thiès : 2 p.

6 - BINH T. 1988 - Conditions d'utilisation des phosphates naturels dans les sols acides.
Communication présentée aux journées d'études sur l'utilistion des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale.
Tébessa : 8-10 mars 1988. Algérie.

7 - CALVET (H.), FRIOT (D.), GUEYE (I.S.), 1976 - Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1976, 29 (1) : 59-66.

8 - CALVET (H.), PICART (P.), DOUTRE (M.) et CHAMBRON (J.), 1965 - Aphosphorose et botulisme.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1965, 18 (3) : 249-282.

9 - CHAPMAN (H.L.), KASTELIC (J.), ASTON (G.C.), CATRON (D.V.), 1955 - A comparison of phosphorus from different sources for growing and finishing swine
Journal of animal science vol 14 N° 1, 1955
pp : 1073-1085.

10 - CHURCH - Digestive physiology and nutrition of ruminant
Vol II - Nutrition 0 & B book. Inc 2e. ed. 1984.

11 - CISSE (N.M.) 1985 - Mémoire de confirmation : Carence en minéraux exploitation des résultats acquis pour l'ébauche d'une cartographie des carences minérales au Sénégal.
ISRA/LNERV : Réf. N° 75/AL. NUT., juin 1985.

12 - CONRAD (J.H.), Mc DOWELL (J.R.), ELLIS (G.L.), LOOSLI (J.K.), 1985 - Minéraux pour les ruminants de pâturage des régions tropicales.
Bulletin du Département de Zootechnie. Centre pour l'agriculture tropicale. Université de Floride Gainesville et agence des Etats-Unis pour le développement international.

13 - DIALLO (I.), MBAYE (N.), GUERIN (H.), 1983 - Effet d'une complémentation minérale et azotée sur la productivité des troupeaux naisseurs de la zone sylvopastorale - Premiers résultats.
ISRA/LNERV/CRZ-DAHRA - Réf. N° 045/Physio juin 1983.

14 - DIALLO (I.), SOW (R.), NGOMA (A.), DIOP (B.), 1985 - Utilisation des blocs mélasse-urée comportant trois sources de phosphates naturels (Thiès, Taïba, Matam) dans un essai de complémentation destiné à des génisses gobra en élevage extensif.
In : Rapport annuel CRZ Dahra ISRA Sénégal, 1985 ; pp : 83-90.

15 - FRIOT (D.), CALVET (H.), 1971 - Etudes complémentaires sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du nord Sénégal.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1971 ; 24 (3) : 393-407.

16 - GUEGUEN (L.), 1961 - Valeur comparée des phosphates minéraux comme source de phosphore pour les animaux.
Ann. Zootech., 1961, 10 (3) : 177-196.

17 - GUERIN (H.),1988 - Le phosphore dans l'alimentation des ruminants tropicaux : risques de carences, effet de la fertilisation des fourrages et de la complémentation, possibilité d'utilisation des phosphates naturels - Note bibliographique.
Communication présentée aux journées sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale.
Tébessa 8-11 mars 1988. Algérie.

18 - LERMAN (S.), KRIZEVAN (S.) MILICIC (P.), 1976 - Emploi du polyphos dans l'alimentation des bovins et des porcs.
Communication personnelle : 9 p.

19 - NDIAYE (V.), 1985 - Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux. Cas du Sénégal.
EISMV : Thèse méd. vét. N° 21, 1985, 85 p.

20 - SERRES (H.) et BERTAUDIERE (H.), 1979 - Essais de distributions discontinues de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux.
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 1979, 32 (4) : 391-399.

21 SMT, 1967 - Polyfos dans l'alimentation des vaches laitières, résultats de 4 armées de démonstration.
Société d'étude et d'application du minerais de Thiès, 1967. Rapport technique : 3 p.

22 UNDERWOOD (E.J.), 1956 - Trace élément in human and animal nutrition.
Academic Press publishers. New York.
pp : 3 12-340.

23 VELU (H.), 1933 - Les phosphates naturels dans l'alimentation du bétail. Communication personnelle. Laboratoire du service de l'élevage au Maroc 1933 : 8 p.