Thèse 91 C 252 Non microfiché

9880

Institut d'élevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

BIBLIOTHÈQUE
IEMVT
10 rue P. Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Bibliothèque de l'I.E.M.V.T.

DIPLOME D'ETUDE SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

QUELQUES ESSAIS D'UTILISATION DES PHOSPHATES DANS LA COMPLEMENTATION DES BOVINS ET LA FERTILISATION DES PLANTES EN MILIEU TROPICAL

par

Ahmed LACHGAR

année universitaire 1990-1991

SOMMAIRE :

INTRODUCTION

I) QUELQUES GÉNÉRALITÉS SUR L'éLÉMENT PHOSPHORE

1- TENEUR EN PHOSPHORE DES FOURRAGES TROPICAUX

2- CONCENTRATION EN PHOSPHORE DES FOURRAGES TEMPÉRÉS

3- FACTEURS INFLUANT LA QUANTITÉS DE PHOSPHORE DANS L'HERBE

4- DIFFÉRENTES SOURCES UTILISABLES EN ALIMENTATION ANIMALE

5- NÉCESSITE D'UNE COMPLEMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES : BESOINS RECOMMANDES

II) QUELQUES ESSAIS DE COMPLEMENTATION DES BOVINS

1- ESSAIS D'UTILISATION DE PHOSPHATES NATURELS DANS LA COMPLEMENTATION : POSSIBILITÉS ET LIMITES

1.1- ESSAI DE DISTRIBUTIONS aLTERNÉES DE RÉGIMES PLUS OU MOINS RICHES EN FLUOR

1.2- ESSAI DE DISTRIBUTIONS DISCONTINUES ET TOLÉRANCE DES ZEBUS SAHELIENS A L'INGESTION DE PHOSPHATES NATURELS RICHES EN FLUOR

2- UTILISATION DES PHOSPHATES NATURELS DANS LA FERTILISATION DES PLANTES EN RÉGION CHAUDE

2.1- EXPÉRIENCE SUR CAFEIER (BRESIL)

2.2- EXPÉRIENCE SUR BRACHIARIA RUZIZIENSIS GERMAIN ET EVRARD (CAMEROUN)

INTRODUCTION

INTRODUCTION :

en Afrique intertropicale , principalement dans les zones à longues saison sèche et aride , les ruminants domestiques sont élevés selon un mode extensif et manifestent chaque année une sous alimentation périodique .

Les faibles teneurs en éléments nutritifs des fourrages tropicaux fait que les rations consommées sont pauvres en énergie, matières azotées, minéraux et vitamines . Ceci contribue à limiter la productivité du bétail et dans certains cas , l'insuffisance des apports en éléments majeurs (phosphore , ...) se traduit par des signes cliniques d'anomalie qui ont été décrit dans diverses régions Africaines . Ces carences ont été parfois confirmées par des diagnostics sérologiques (CALVET ET AL 1972 ; FAYE ET GRILLET , 1984 ; MAHNOUD ET AL , 1985).

Les compléments énergétiques et azotés sont sans doute les plus efficaces à apporter , mais leur coût en élevage intensif de zone aride rend difficile leur utilisation .

Les cures salées pratiquées traditionnellement par les éleveurs des zones arides que par ceux des régions sub-humides , apportent bien l'élément sodium , mais ne permettent pas de corriger les insuffisances de la ration de base pour d'autres éléments . C'est pourquoi on est amené à rechercher la correction la plus efficace et économique , à savoir la distribution de complément minéraux .

Au Sénégal , CALVET ET AL [1] ont montré qu'un complément minéral phosphaté pourrait remédier à l'amaigrissement des bovins durant la saison sèche .

Plusieurs pays d'Afrique sont de grands producteurs de phosphates . Il semble paradoxal que ces pays n'utilisent pratiquement pas ces produits dans la complémentation .
L'importation de produits élaborés issus de la transformation des phosphates naturels aggrave la situation économique de ces pays , notamment le déséquilibre de la balance commerciale .

La distribution de compléments minéraux n'est pas encore très développée en raison du manque de disponibilités en sources de minéraux , de leur coût et des contraintes de fabrication et de distribution .

La plupart des sols du monde sont pauvres en phosphore disponible ce qui implique l'application d'engrais phosphatés pour obtenir des productions agricoles économiques .
Des travaux effectués dans de nombreux pays tropicaux ayant montré que les sols étaient généralement déficients en phosphore

(REEVE ET SUMMER , 1970 a,b ; VOLKWEISS , 1978) et que cet élément pouvait constituer le facteur limitant principal du rendement (ROCHE ET AL , 1978 ; SKERMAN , 1982) .

des essais de fertilisation phosphorique ont donc été fait afin d'augmenter la teneur en phosphore des fourrages pour remédier aux carences en cet élément .

après avoir mis en évidence l'importance du phosphore dans les productions animales , je développerai certains essais de complémentations des bovins et de fertilisations des sols en milieu tropical .

I) QUELQUES GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉLÉMENT PHOSPHORE .

le phosphore par le rôle essentiel qu'il joue dans le déroulement des processus biologiques , est un élément fondamental des productions animales . Par l'intermédiaire de l'alimentation , prise dans son contexte le plus large , c'est à dire du sol à l'animale , il permet d'assurer l'intégrité des organismes , leurs facultés de reproduction et de production et contribue ainsi à la fourniture de protéines pour l'Homme [3].

le phosphore plastique se trouve dans le tissu osseux.il lui confère ses propriétés tout en constituant une réserve permettant d'assurer la constance du phosphore sanguin et de pallier momentanément des dysfonctionnements physiologiques comme la reproduction car le squelette ne peut fournir indéfiniment du phosphore.

le tableau 1 aide à comprendre le rôle important joué par le phosphore plastique du squelette des vaches laitiers . Des productions de 2000 à 3000 kg de lait entraîne déjà une élimination de phosphore proche des réserves totales du corps (sur la base de 0,9 g de P exporté \ l de lait) . Or l'empreint de 20 à 25 % de phosphore au squelette soulève des risques d'accidents graves . La déminéralisation compensatrice se produisant pour équilibrer la perte du phosphore et de calcium , due à la lactation , porte d'abord sur les os spongieux : vértébres , pelvis , côtes , maxillaires , scapulum et beaucoup moins sur les os longs.

1) TENEUR EN PHOSPHORE DES FOURRAGES TROPICAUX :

Le bétail tropical utilisent dans son alimentation presque exclusivement des fourrages dont les teneurs en phosphore dépassent rarement 2 g / kg MS (tableaux 2 a et 2 b) .

Les graminées annuelles des parcours sahéliens sont les plus pauvres . Les graminées vivaces peuvent produire en saison sèche, après le passage d'un feu ou le pâturage , des repousses contenant jusqu'à 3 g P / kg ms , mais cette teneur diminue pendant la croissance des plantes de 0.1 g / kg ms par semaine d'âge . La teneur en phosphore des régimes des ruminants est améliorée par la consommation de dicotylédones herbacées ou ligneuses , mais faiblement .

Tableau 1 : Teneur en Phosphore du corps de divers ruminants selon leur catégorie et leur âge.

Espèce, Type et âge	Nombre	Phosphore total (g)	Pourcentage moyen de Phosphore du corps dégraissé	Références citées par Duncan
Chèvres				
Chevreaux nouveau-nés	3	20-23	0,57-0,70	Weniger et coll. (1955)
Chevreaux — 10 semaines	1	74	0,70	—
Chevreaux — 6 mois	1	108	0,76	—
Chèvres — 3 ans	1	282	0,73	—
Moutons				
Agneaux nouveau-nés	4	21-27	0,56 à 0,70	—
Moutons d'âges et races divers	10	158 à 517	0,63 à 0,96	Lawes et Gilbert (1859 et 1883)
Animaux espèce bovine				
Fœtus 135 à 195 jours	8	5,8 à 41,9	0,39 à 0,65	Ellenberger et coll. (1950)
Veaux — 3 mois	17	377 à 651	0,83	Lawes et Gilbert (1859 et 1883)
Veaux — 12 mois	9	855 à 1912	0,88	Ellenberger et coll. (1950)
Bœufs — 4 ans	2	4 087 à 4 012	0,98	Lawes et Gilbert (1859-1883)
Vaches laitières				
3 ans 1/2 à 5 ans 1/2	34	2 283 à 4 120	1,04	Ellenberger et coll. (1950)
Vaches laitières — 6 à 12 ans	6	2 850 à 4 106	1,02	

N.B. — Les données rapportées par Duncan font apparaître l'augmentation de la teneur du corps dégraissé en Phosphore, du fœtus à l'animal âgé. On remarquera également les grands écarts (du simple au double) de la teneur en Phosphore du corps des vaches laitières. Günther K. donne, en 1970, pour une vache laitière de 500 kg, 3 300-3 600 g de Phosphore pour le squelette et 680 à 750 g de Phosphore pour les tissus mous [16].

TABLEAU 2 a :

VARIATIONS DES TENEURS EN MAT ET EN PHOSPHORE DE DEUX ESPÈCES FOURRAGERES EN FONCTION DE L'ORGANE VÉGÉTAL ET DE LA SAISON .

	MAT(g\kg MS)	P
- Echinochloa stagnina		
août:jeunes repousses	186	3.5
octobre:repousses de l'année	61	1.1_2.2
novembre: _partie aérienne	50_117	1.3_2.1
_tiges submergées	38_63	0.8_1.8
Saison sèche(fèv_mai)		
_tiges aériennes	20_25	0.3_0.7
repousses feuilles	80_156	0.8_4.4
- Crotalaria podocarpa		
.plante entière	153	2.7
.feuilles	208	4.2
.tiges fines(<5mm)	121	3.1
.gousses	161	2.8

TABLEAU 2 b :

COMPOSITION MINÉRALE MOYENNE EN CERTAINS MINÉRAUX ET OLIGOELEMENTS DES PRINCIPAUX GROUPES DE FOURRAGES D'AFRIQUE SAHELO-SOUDANIENNE .

	g\kg MS		mg\kg MS	
	P	Ca	Cu	Zn
Fourrages naturels				
Herbacées annuelles				
.Graminées				
saison des pluies	1.3_2.9	3.9_8.3	8_17	28_83
saison sèche	0.1_0.3	1.3_2.8	4.6	20
.Légumineuses				
saison des pluies	1.8_2.9	5.2_6.9	8	30
saison sèche	0.5	4.5	5	21
.Rubiacées				
saison des pluies	1.7	13	22	39
saison sèche	0.5	13	4	41
Arbres et Arbustes				
feuilles	1.1_1.5	13_28	6_9	24_37
fruits	2.0	10	6	22
Fourrages cultivés				
graminées irriguées	2.1_6.0	2.8_7.6	6_25	19_50
et fertilisées	2.9_4.1	2.9_5.7		
Légumineuses:				
(niebé fertilisé)	4.5	14.6	6	54
Sous produits				
fanes d'arachide	1.5	10.4	6	32
paille de riz	1.0	2.8	7	35

Dans des régions d'élevage à longue saison sèche , l'essentiel du disponible fourrager est constitué de paille pendant la plus grande partie de l'année .

Le tableau 3 indique que la totalité des fourrages produits au Maroc a une teneur en phosphore inférieure ou égale à 3 p1000 alors que les besoins des animaux dépassent ce seuil (tableau 4)

ceci est particulièrement vrai pour la paille , aliment fortement carencé en minéraux et notamment en phosphore (teneur moyenne inférieure à 1 p 1000).
Or la paille constitue de loin le premier fourrage du pays puisqu'une analyse de bilans fourrager , des régions de Doukkala, Taza , Larache et Tassaout , a souligné que 37 % en moyenne des unités fourragères complémentaires des parcours utilisés par les animaux sur une année [9] . Et comme la pratique de la vaine pâture est généralisée de juin à octobre et que 90 % des exploitations distribuent de la paille d'octobre à février , il s'ensuit que , pendant une période très longue de l'année il existe des carences en phosphore .

Les effets du manque de phosphore dans les rations risquent d'ailleurs de s'aggraver dans l'avenir , car en raison du progrès génétique réalisé actuellement chez les bovins (programmes de croisements et d'importation d'animaux amélioré s) , le chéptel sera à l'avenir plus productif mais plus sensible aux carences.

TABLEAU 4 : APPORTS RECOMMANDES EN PHOSPHORE ET EN CALCIUM (EN G /Kg MS) .

espèces	Ca	P
Bovins		
_vaches laitières	5.5_8.0	3.5_4.0
_Bovins en croissance:		
.de 100 à 200 kg	8_10	5_6
.au delà de 200 kg	4.5_8.5	3_4
Ovins		
_brebis	3.5_8	3_4
_ovins en croissance	5.5_8	3_4
Volailles		
_poulets à 8 semaines	10	7
_poules pondeuses	27.5	6
_reproductrices	27.5	6

TABLEAU 3 :

TENEURS MOYENNES EN CALCIUM ET EN PHOSPHORE DES PRINCIPAUX FOURRAGES ET ALIMENTS CONCENTRES UTILISES AU MAROC(EN G / kg ms)

ALIMENTS	Ca	P
Fourrages verts		
.Bersim		
-1°, 2° et 3° Cycle , 60 cm de hauteur de végétation	17.5	3.0
-4°, 5° et 6° Cycle , 60 cm de hauteur de végétation	14.5	3.5
.Luzerne		
- végétatif	16.1	2.7
- boutons floraux	14.8	2.6
- floraison	16.9	2.3
. Sorgho	5.0	2.3
. Orge		
- montaison	11.4	3.1
-epiaison	6.2	2.3
Foins		
.Vesce avoine	4.8-12.6	1.7
.Luzerne	11-22	2.0-3.0
Pailles		
. Orge	3.3	1.0
. Blé	1.5	0.7
Aliments concentrés		
. Orge	0.7	4.2
. Maïs	0.2	3.1
. Fèves	1.4	6.3
. Son de blé	2.9	13.3
. Pulpes sèches de betteraves	8.3	1.1
. Pulpes sèches d'agrumes	16.7	2.2

2) CONCENTRATION EN PHOSPHORE DES FOURRAGES TEMPÉRÉS :

Le tableau 6 donne les teneurs en phosphore des foin et des ensilages cultivés en Ecosse (11) et pour quelques autres aliments en vrac .
Pour tout les produits , les quantités sont sensiblement inférieures à 3.5 à 4 g / kg ms (ARC) et souvent en dessous de 2.1 à 2.4 g / kg ms (ARC) qui correspondent aux besoins suggérés pour une vache de 600 kg ou une brebis de 65 kg .
Pour la Grande Bretagne on dispose de données de composition concernant la teneur en phosphore et les besoins obtenus par 5 chercheurs pour la période 1940 - 1970 , toutes les valeurs moyennes se situent entre 1.8 et 2.0 g de P / kg .

TABLEAU 6 :

QUANTITÉS DE PHOSPHORE (G / kg ms) DU FOIN , DE L'ENSILAGE ET D'AUTRES CULTURES FOURRAGERES .

	% des échantillons	Teneur en P
Foin*	66	1.0_1.9
	32	2.0_2.9
	2	3.0_3.9
Ensilage*	22	1.0_1.9
	63	2.0_2.9
	15	3.0_3.9
Paille		1.0_2.0
Ensilage de maïs		2.0_3.0
Plantes et feuilles de brassica		environ 3

(*)Moyennes d'environ 150 échantillons de chacun cultivé en Ecosse.

3) FACTEURS INFLUANT SUR LA QUANTITÉ DE PHOSPHORE DANS L'HERBE .

Plusieurs auteurs ont indiqué (17) que lorsque l'herbe commence à pousser , la teneur en phosphore peut augmenter de 1.5 à 3.0 g / kg , mais lorsque la maturité se rapproche , elle retourne à son faible niveau initial . Cette situation est typique d'une herbe dans des régions tempérées avec sols acides.

Dans des zones ~~des zones~~ plus sèches de parcage (par exemple en

Afrique orientale) , la concentration en phosphore de l'herbe peut augmenter de 0.8 à 2.5 g / kg selon que l'herbe a poussé juste après la pluie (12) .

Les teneurs les plus élevées en phosphore se trouvent dans la semence et dans les feuilles les plus jeunes des plantes ; les valeurs les plus basses se trouvent dans les feuilles et dans les tiges les plus âgées .

Toutes amélioration du pâturage apportée par diverses mesures comme le drainage , l'irrigation , le brûlage , un chargement en bétail approprié (en général augmentée) , l'introduction d'espèces feuillues et la fertilisation tendent à améliorer la teneur en phosphore .

4) DIFFÉRENTES SOURCES DE PHOSPHORE UTILISABLES EN ALIMENTATION ANIMAL

Les phosphates de calcium représentent la presque totalité des sources inorganiques du phosphore utilisées en alimentation animale . Ils se différencient par leur solubilités évaluées par des tests chimiques ou biologiques .

Les critères utilisés sont :

-les réponses à la concentration en phosphore du sang ;

-les améliorations de la rétention en phosphore dans des essais de bilans ;
soit des gains de poids vif soit des rapports du taux de conversion des aliments .

TABLEAU 7 :

VALEUR BIOLOGIQUE COMPARATIVE DE SUPPLÉMENTS PHOSPHATES (selon IMC - ouvrage " Ca and P in animal nutrition")

- Standard de référence	
phosphate tricalcique	100
- Espèces chimiques pures	
phosphates monocalcique	130_135
phosphates bicalcique	95_100
- Produits utilisés en alimentation animale	
phosphates monobicalciques	105_115
phosphates défluorés(DFP)	95_100
poudre d'os	90_100
phosphate naturel à faible teneur en fluor	55_75

Les phosphates bicalciques (d'origine minérale et osseuse) sont les sources de phosphore de loin les plus employées dans l'alimentation animale . Ils contiennent 17 à 18 % de phosphore et 25 % de calcium .

Ces phosphates sont totalement solubles dans l'acide citrique à 2 % et sont de bonnes sources de phosphore. Il en est de même du phosphate monocalcique (22 à 24 % de P 16 à 18 % de Ca) . Le coefficient d'utilisation digestive réelle (CUDr) du phosphore ainsi fourni peut être situé entre 60 et 70 % , et donc égal ou supérieur au CUDr du phosphore des fourrages classiques.

Les phosphates tricalciques sont actuellement assez peu utilisés . Ce sont soit des farines d'os (dégélatinés ou verts), soit des phosphates naturels défluorés .
Dans ce dernier cas une teneur en fluor du phosphate supérieure à 0.5 % doit être évitée et les recommandations de certains pays européens à ce sujet sont encore plus sévères (6) .

Tout les produits à l'exception notable des méta et pyrophosphates naturels de calcium , des phosphates tendres avec argile colloïdale et produits riches en fer et Aluminium donnaient des résultats qui ne différaient pas significativement de ceux obtenus avec le phosphate bicalcique .

Le choix de l'un de ces produits (tableau 8) dépend naturellement du prix , mais également d'un certains nombres d'autres critères . La couleur , la teneur en poussière , la densité apparente , la granulométrie , la granulation , le goût ,la concentration en phosphore sont également des facteurs importants [10] .

Etant donné l'association répandue entre les basses teneurs en phosphore et de faibles teneurs en protéines des fourrages , il y a place pour les produits contenant l'azote et le phosphore .

Un rapport 5 N / 1 P serait peut être le plus convenable pour une grande variété de rations des ruminants . Un mélange du phosphate d'urée (170 g N et 190 g P / kg) avec de l'urée pourrait aussi avoir des avantages comme source d'azote non protéique [10] .
Le tableau 9 montre les caractéristiques analytiques des phosphates et leur incorporation dans les aliments composés .

TABLEAU 8 :

ASSIMILABILITE ALIMENTAIRE DE DIFFÉRENTES SOURCES DE PHOSPHATES aLIMENTAIRES PAR LES RUMINANTS .

PAS DE DIFFÉRENCE SIGNIFICATIVE AVEC LE PHOSPHATE DICALCIQUE	SIGNIFICATIVEMENT MOINS BONS QUE LE PHOSPHATE DICALCIQUE
phosphate monocalcique	métaphosphate de calcium
= tricalcique	pyrophosphate de calcium
= monosodique	phosphate tendre argileux
= calco-sodique	posphate de fer
= mono-ammonique	phosphate d'aluminium
= diammonique	
polyphosphate d'ammonium	
phosphate d'urée	
= magnésien	
= ammoniaco-magnésien	
= calco-magnésien	
acide phosphorique	
phosphate naturel défluoré	
Curaphos	
cendres d'os	
phytates de calcium	

TABLEAU 9 :

	TENEUR MOYENNE EN P (I)	TENEUR MOYENNE EN Ca (I)	TENEUR POSSIBLE EN FLUOR (I)	RAPPORT Ca/P	KILOS DE PHOSPHATE A INCORPORER POUR AUGMENTER LE POURCENTAGE DE P DE L'ALIMENT COMPOSE DE :					
	%	%	%		0,25%	0,50%	0,75%	1 %	1,25%	1,50%
Farine d'os verts (2)	7	14	traces	2	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6
Farine d'os non dégélatinée (2)	9	18	traces	2	2,8	5,6	8,4	11,2	14	16,8
Farine d'os dégélatinée	13	26	traces	2	1,9	3,8	5,7	7,7	9,6	11,5
Phosphate bicalcique précipité d'os	17	23	traces	1,35	1,5	3	4,5	6	7,5	9
Phosphates de chaux naturels (3)	13	30	4 à 5	2,3 à 2,5	inutilisables en raison du fluor					
Phosphates naturels sédimentaires ou tendres (3)	10	30	1,5 à 2	3	utilisables très partiellement en raison du fluor					
Phosphate bicalcique précipité des phosphates naturels (3)	17	23	traces	1,35	1,5	3	4,5	6	7,5	9
Phosphates naturels défluorés (3)	13	30	0,1	2,3 à 2,5	1,9	3,8	5,7	7,7	9,6	11,5
Phosphate de soude (4)	10	0	0	0	Rôle vétérinaire					

(I) - Pour les teneurs réelles se reporter, à chaque livraison, aux chiffres indiqués sur l'étiquette. Nous avons adopté ici les valeurs les plus usuelles.
(2) - Ne pas tenir compte de la valeur protéique
(3) - Vérifier la déclaration du fluor sur l'étiquette
(4)— Se méfier des propriétés laxatives

5) NÉCESSITÉ DE COMPLEMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES: BESOINS RECOMMANDES .

La complémentation minérale du cheptél en élevage tropical traditionnel est considéré comme un facteur d'intensification par ses effets sur la démographie et les productions . Cependant son impact économique a été peu évalué dans les conditions de l'élevage Africain .

La comparaison des besoins en minéraux aux quantités apportées par la ration de base est essentielle à la mise au point de complémentation du cheptél . Compte tenu de la capacité d'ingestion moyenne (2.5 kg ms / 100 kg PV / jour) , on peut exprimer les limites de carences , de toxicité et des apports recommandés en g / kg ms consommée (TABLEAU 9A).

Ces recommandations correspondent à une nutrition minérale équilibrée non affectée par de longues périodes de déficit ou par des teneurs excessives en certains éléments . Il convient donc d'être prudent dans leur application . Elles peuvent être modifiées par :

- Le passé nutritionnel ; c'est le cas notamment de l'embouche industrielle ou artisanale . CALVET et al en 1972 ont montré que des animaux maigres issus de troupeaux traditionnels , au statut minéral fortement déficitaire , valorisent mieux leur ration d'engraissement si elle contient 40 à 50 % de phosphore de plus que la norme recommandée .

- Interactions entre éléments : facteurs diminuant leur digestibilité .

Les excès de calcium liés à l'ingestion de fortes proportions de légumineuses ou à l'emploi de sources de phosphate riche en calcium , n'affecte pas contrairement à ce que l'on a longtemps pensé (INRA , 1988) , l'absorption de phosphore , mais pourraient être responsables de subcarences en Zinc .

Les deux estimations les plus autorisées des besoins en phosphore des ruminants sont celles du conseil Britannique de la recherche agronomique (ARC , 1965) et celles du conseil de la recherche nationale américaine (NRC , 1971) .

Tableau 9A : Limites de carence, seuils de toxicité et apports recommandés de minéraux dans les rations pour ruminants. Exemples de bovins et d'ovins à l'entretien, en croissance, en gestation et en lactation

	g/kg MS				mg/kg MS				
Elements	Ca	P	Mg	K	Cu	Zn	Mn	Fe	Co
Limites de carence	(3)*	(2)*	0,7	3,2	7	45	45		0,07
Seuils de toxicité					Bov:100 Ov : 15	500	1000		100
Recommandations (exemples)									
Bovins en croissance de 200 kg PV (1)			1,1	3,3	10	50	50	30	0,1
entretien	1,8	1,2							
entretien + 100 g/j de GQM (2)	2,4	1,7							
entretien + 250 g/j de GQM	3,1	2,1							
entretien + 500 g/j de GQM	4,2	2,7							
Vaches reproductrices de 300 kg PV			0,9	3,7	10	50	50	30	0,1
entretien	2,0	1,3							
entretien + 8 kg de lait/j	5,2	3,0							
Ovins			0,7	4	5à10	50	50	30	0,1à1
croissance	2,6à5	1,6à2,7							
gestation	3,5	2,5							
lactation	2,5à6	2 à 3							
Références	INRA (1978)		RIVIERE (1978)				UNDERWOOD (1981)		

(1) poids vif
(2) gain quotidien moyen

* besoins à couvrir pour une production minimale nécessaire à la survie du troupeau : croissance ≃ 200 g/j ou 4-5 l de lait/jour dans le cas des bovins

Pour une vache de 600 kg , l'ARC recommande 28 g de P / jour plus 1.7 g P / kg de lait ; le NRC suggère 17 g P / jour pour l'entretient plus 1.9 g de P / kg de lait . En fait , l'ARC recommande 10 g de P / jour de plus que NRC pour des niveaux normaux de production de lait ou 9 kg de phosphate dicalcique de plus par vache pour une période de 150 jours .

Les besoins suggérés par l'ARC et NRC sont comparables . A 200 - 300 kg de PV , des gains de poids de 0.5 kg par jour nécessitent 10 à 15 g de P augmentant jusqu'à 15 - 20 g de P pour un gain de poids vif de 1 kg / jour . La concentration de la ration nécessaire dans chaque cas est d'environ 2.5 à 3.0 g P / kg ms.

Pour une brebis de 65 kg , l'ARC suggère un besoin de 5 g de P par jour (entretient) allant jusqu'à 11 g de P / jour (lactation) . NRC suggère 3 à 5 g de P / jour . Les concentrations de la ration sont d'environ 3.3 à 4.6 g de P / kg ms (ARC)ou 1.8 allant jusqu'à 2.0 (NRC) .

II) QUELQUES ESSAIS DE COMPLEMENTATION EN PHOSPHORE DES BOVINS :

En raison de la diminution notable [illegible] en éléments minéraux (phosphore en particulier) des fourrages naturels en saison sèche , on pourrait s'attendre à un développement des carences à cette époque .

Quelques expérimentations menées au sahél ont d'ailleurs confirmé que la seule distribution de phosphore en saison sèche permettait de limiter les pertes de poids saisonnières chez les zébus (CALVET et al , 1976) . Cependant plusieurs études indiquent que le risque carentiel est plus grand en pleine saison des pluies et que les troubles liés aux insuffisances d'apports d'éléments minéraux s'observent principalement en fin de saison des pluies , quand les ressources fourragères sont abondantes .

En effet les apports énergétiques et protéiques dans la ration du cheptél sont alors élevées ,et permettent une augmentation notable des productions , avec , pour conséquences, des besoins sensiblement accrus en éléments minéraux(tableau 10)

Inversement en saison sèche , les animaux soumis à une disette globale ont des besoins plus réduits . De même des signes

de carence minérale peuvent être observés sur des troupeaux , dans des conditions d'élevage intensifié , lorsque l'accroissement du rationnement énergétique et azoté (par cultures fourragères et sous produits ...) ne s'accompagne pas d'une complémentation minérale adéquate .

La complémentation minérale de saison sèche associée à une complémentation énergétique et azotée destinée à maintenir le poids des animaux en élevage extensif , ne se justifie que dans un objectif de déstockage à long terme , lorsque l'on veut par, exemple , diminuer la pression d'exploitation des parcours. Sinon cette complémentation est d'autant moins nécessaire que la croissance compensatrice de la saison des pluies , souvent plus intense sur les troupeaux qui n'ont pas été complémentés en saison sèche , réduit nettement les différences de gain de poids.

TABLEAU 10 :

ESTIMATION DES QUANTITÉS DE PHOSPHORE iNGÉRÉ PAR DES ZEBUS EN CROISSANCE SUR PARCOURS SAHELIENS ET DU DÉFICIT A COUVRIR PAR LA COPMLEMENTATION .

1- Exemple de mâles de 200 kg non complémentés consommant 5 kg de ms de fourrage par jour .

	GMQ g/j	Besoins théoriques en P (g/j)	Apports du fourrage	Déficit théorique
saison des pluies(4mois)	500	14	1.2*5=6	8
début saison sèche(4mois)	200	10	0.4à0.8*5= 2 à 4	6 à 8
fin saison sèche(4mois)	0	6	0.2à0.4*5= 1 à 2	4 à 5

2 - Exemple de mâles de 200 kg consommant 5 kg de ms de fourrage par jour et recevant en saison sèche 500 g de tourteau d'arachide (soit 3 g de P) et 50 g de complément minéral (soit 6 g de P) .

	GMQ g/j	Besoins théorique en P(g/j)	Apports Fourrage	Apports Complément	Déficit théorique
saison des pluies(4mois)	500	14	6	-	8
début saison sèche(4mois)	300	12	2 à 4	9	0 à 1
fin saison sèche(4mois)	300	12	1 à 2	9	1 à 2

(ISRA/IEMVT/SODESP - 1980 - 1983 Sénégal) .

Il y a peu d'essai en Afrique concernant l'amélioration de la productivité numérique des bovins en utilisant la complémentation minérale .

Les études menées sur d'autres continents font apparaître des résultats intéressants (tableau 11 a et 11 b) . Selon les études faites en Amérique latine , la complémentation minérale se traduirait par une rentabilité élevée , avec un rapport avantages / coûts toujours supérieur à 2 et pouvant atteindre 15 dans certaines situations [4] .

TABLEAU 11 a :

EFFETS D'UNE COPMLEMENTATION MINÉRALE SUR LE TAUX DE VÊLAGE DANS QUELQUES PAYS TROPICAUX
(D'APRES Mc DOWELL , 1985) .

Pays	Taux de vêlage		Nature du complément minéral
	troupeau témoin	troupeau complémenté	
Bolivie	74	86	mélange minéral complet
Brésil	49	72	poudre d'os
Colombie	50	84	mélange minéral complet
Panama	42	80	poudre d'os
Philippines	57	79	mél.minéral.comp
Thaîlande	49	67	poudre d'os
Afrique du sud	51	80	poudre d'os

TABLEAU 11 b :

Effets d'une complémentation minérale sur des troupeaux bovins en Colombie (CIAT , 1977 , cité par Mc DOWELLE , 1985) .

Paramètres étudiés	Troupeaux recevant un complément à base de "sel"	Troupeaux recevant un complément minéral complet*
Avortements(en %)	9.3	0.75
Mortalité des jeunes de la naissance au sevrage (en %)	22.6	10.5
Veau sevré/femelle/an	0.38	0.60
Poids au sevrage (9mois) en kg	117	147
GMQ des jeunes bovins en croissance (en g)	150	247

* Le complément minéral utilisé réunissait la plupart des éléments nécessaires à des complémentations adéquates , sauf le Zinc et le cuivre qui étaient à des doses sub-optimales .

READ et ENGELS en 1986 ont étudié la complémentation par le phosphate bicalcique de vaches reproductrices en gestation, exploitant deux parcours naturels se distinguant par la teneur en phosphore de leur sol (1 à 2 ppm et 0.0 à 0.5 ppm) mais dont les fourrages ont des teneurs en phosphore peu élevées et faiblement différentes .

La figure 1 montre l'évolution pondérale des animaux complémentés (+P) et non complémentés (-P) [témoins] .

Les résultats de cet essai ont montré qu'il n'y a pas d'effet de la complémentation sur des animaux (+P et - P) exploitant le parcours dont le sol est moyennement pauvre en phosphore (station 1) leur croissance n'était pas limitée par la nutrition minérale malgré la faible teneur en phosphore du fourrage (< au besoins d'entretient).

En revanche les écarts de poids entre les deux lots d'animaux (+P et -P) exploitant le parcours dont le sol était très pauvre en phosphore (station 2) étaient de 10 kg dès la première année , jusqu'à 100 kg après 6 ans .

Tableau 12-Teneurs en cendres, phosphore, calcium magnésium des cotes des bovins complémentés (P+) ou non (P-) à la station II suivant l'année et l'état physiologique des animaux (d'après READ et ENGELS 1986)

Year	Physiological status	Treatment	Mineral content (mg/cm³) P	Ca	Mg	Ca:P ratio	Ash (%)	SG
978	Late pregnancy	– P	183,4[a]	388,4[a]	6,6[a]	2,12	66,6[a]	1,80[a]
		+ P	171,5[a]	375,6[a]	6,7[a]	2,19	65,8[a]	1,78[a]
979	Lactation	– P	159,7[a]	320,9[a]	4,0[a]	2,00	63,3[a]	1,65[a]
		+ P	157,2[a]	313,8[a]	4,2[a]	2,00	62,2[a]	1,66[a]
	Late pregnancy	– P	133,9[a]	226,8[a]	4,7[a]	1,69	59,6[a]	1,44[a]
		+ P	135,7[a]	245,6[a]	4,9[a]	1,81	56,6[a]	1,46[a]
980	Lactation	– P	109,5[a]	231,6[a]	3,2[a]	2,11	55,7[a]	1,48[a]
		+ P	136,1[b]	288,8[b]	4,2[a]	2,12	60,1[b]	1,60[b]
	Late pregnancy	– P	107,6[a]	223,2[a]	3,6[a]	2,07	55,5[a]	1,46[a]
		+ P	146,7[b]	293,1[b]	6,2[b]	2,00	61,2[b]	1,63[b]
981	Lactation	– P	98,2[a]	214,4[a]	2,7[a]	2,18	54,6[a]	1,38[a]
		+ P	142,7[b]	304,3[b]	5,6[b]	2,13	59,5[b]	1,59[b]
	Late pregnancy	– P	120,7[a]	283,5[a]	2,1[a]	2,35	59,6[a]	1,51[a]
		+ P	142,0[a]	308,1[a]	4,0[a]	2,17	59,4[a]	1,59[a]
982	Late pregnancy	– P	101,1[a]	223,8[a]	5,7[a]	2,21	50,3[a]	1,45[a]
		+ P	132,7[b]	275,4[b]	6,8[a]	2,08	57,8[b]	1,59[b]
983	Lactation	– P	98,6[a]	151,7[a]	3,0[a]	1,54	53,1[a]	1,41[a]
		+ P	134,6[b]	225,8[b]	5,4[b]	1,90	57,4[a]	1,56[b]

[a,b]Differences between treatments tested within individual periods and years; treatments with same superscripts do not differ significantly ($P < 0,05$).

Tableau 12-Teneurs en phosphore, calcium magnésium du plasma des bovins complémentés (P+) ou non (P-) à la station I suivant l'année ou l'état physiologiqu des animaux (d'après READ et ENGELS 19

Year	Physiological status	Treatment	Mineral concentrat (mg/100 ml plasm Pi	Ca	
1978	Late pregnancy	– P	5,88[a]	8,08[a]	2.
		+ P	5,48[a]	7,83[a]	2.
1979	Lactation	– P	3,38[a]	9,15[a]	2.
		+ P	3,81[a]	9,01[a]	2.
	Late pregnancy	– P	4,83[a]	7,63[a]	2.
		+ P	5,02[a]	9,06[b]	2.
1980	Lactation	– P	1,96[a]	8,94[a]	2.
		+ P	4,87[b]	8,20[a]	2.
	Late pregnancy	– P	1,62[a]	9,24[a]	1.
		+ P	6,33[b]	7,97[a]	2.
1981	Lactation	– P	2,04[a]	10,11[a]	2,0
		+ P	6,94[b]	8,67[b]	2.
	Late pregnancy	– P	3,59[a]	9,47[a]	2,0
		+ P	5,17[a]	7,96[a]	2,3
1982	Lactation	– P	1,45[a]	12,02[a]	2,7
		+ P	3,82[b]	10,71[a]	2,7
	Late pregnancy	– P	2,01[a]	10,58[a]	2,3
		+ P	5,40[b]	9,18[b]	2,4
1983	Lactation	– P	1,25[a]	10,13[a]	2,1
		+ P	4,37[b]	8,54[a]	2,7

[a,b]Differences between treatments tested within individual periods years; treatments with same superscripts do not differ significa ($P < 0,05$)

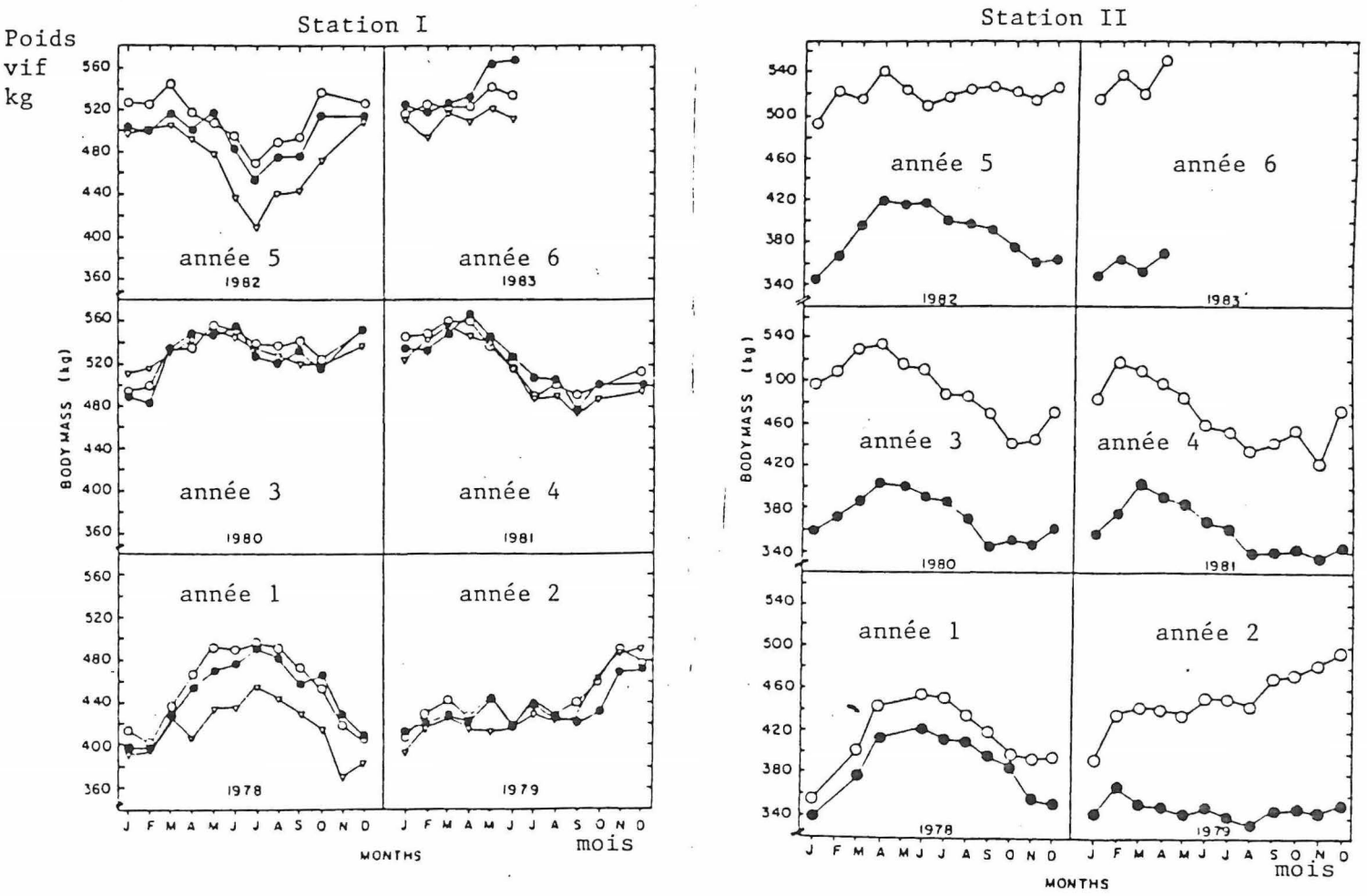
(1) normes : 3.8 à 7.2 mg/100 ml

- Conséquences de la complémentation par du phosphate bicalcique sur la productivité du troupeau naisseur de la station II (d'après READ et ENGELS 1986)

	Traitement	saison de vêlage 1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83
mbre de veaux sevrés	-P	19(24)	6(24)	11(22)	4(19)	10(16)
de vaches présentes)	+P	17(24)	17(24)	18(21)	12(21)	13(18)
ids moyen des veaux	-P	168	205	186	168	182
sevrage (kg)	+P	192	242	245	243	237
ids total de veaux	-P	3192	1230	2046	672	1820
vrés (kg)	+P	3264	4114	4410	2916	3081

Figure 1 :

Légende (+P, ○)
(−P, ●)



La carence manifeste des animaux non complémentés de la station 2 est confirmée par l'examen des témoins biochimiques comme la teneur en cendres et en phosphore des os ou la teneur en phosphore du plasma (tableau 12) [8] .

D'autres chercheurs (CALVET et al , 1972 et 1976 -ISRA-Sénégal) ont étudié l'effet d'une complémentation par du phosphate bicalcique ou du phosphate alumino-calco-ferrique , (de Thiès - Sénégal ; polyphos) sur les pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche (février à juin) .

En effet pendant cette période , les bovins perdent jusqu'à 15 % de leur poids en raison de la détérioration du disponible fourrager . A l'approche de la saison des pluies l'humidité atmosphérique augmente et contribue à la destruction du stock de paille .
Ce travail avait montré que la complémentation minérale (en phosphore) pendant la période Février - Mai permettait aux bovins d'éviter la perte de poids .

Le tableau 13 illustre quelques résultats issus de cette étude.

TABLEAU 13 :

- TENEURS EN PHOSPHORE DU SERUM DES BOVINS
(normale 50 à 90 MG / L) .

mg/l	Témoin	Bicalcique		Polyphos	
		pierres à lécher	granulés	pierres à lécher	granulés
Février	32	-		-	
Avril	29	←	51	→	
Juin	52	90		45	68

- PERTES DE POIDS DES ZEBUS DE FÉVRIER à JUIN .

	Témoin	Bicalcique		Polyphos	
		pierres à lécher	granulés	pierres à lécher	granulés
kg/animal	-32	0	-8	-30	-11

1) ESSAIS D'UTILISATION DES PHOSPHATES NATURELS DANS LA COPMLEMENTATION ANIMALE : POSSIBILITÉS ET LIMITES.

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

Selon GUEGUEN [7] leur utilisation digestive peut atteindre 50 % surtout pour les animaux carencés qui ont un pouvoir de fixation élevé . C'est pour cette raison qu'un certain nombre de chercheurs ont pensé à les utiliser pour complémenter les bovins en période difficile , car cela représente la correction la plus efficace et économique . Mais malheureusement ces phosphates naturels sont contaminés de fluor avec des taux voisins de 3 % , pouvant provoquer des lésions au niveau du squelette et des dents des animaux complémentés .

1.1- ESSAI DE DISTRIBUTIONS ALTERNÉES DE RÉGIMES PLUS OU MOINS RICHES EN FLUOR

Les manifestations chroniques résultant de l'ingestion excessive du phosphore a été étudié expérimentalement chez des animaux domestiques , une tolérance générale au fluor a été établie chez des espèces variées [16] .

La maladie est caractérisée par des lésions spécifiques affectant les développement de la dentition e ,t du squelette , des boiteries intermittantes et des troubles d'appétit .

A ce sujet J. W . SUITIE et al [16] ont mis en évidence les effets de l'ingestion alternée des régimes plus ou moins concentrés en fluor chez les vaches laitières de race Holstein, et de les comparer à des animaux soumis à l'exposition continue.

Ils ont montré que la croissance et la reproduction des animaux ne sont pas affectées , pas d'effet consistant sur la production laitière .
La concentration plasmatique en fluor suit fermement l'ingéré du fluor (figure 2) , le taux de fluor urinaire varie avec l'ingestion mais il reste élevée durant l'ingestion du régime faiblement concentré en fluor . Les lésions dentaires observées chez le lot qui était soumis à l'exposition alternée du régime (1.5 ppm / 6 mois puis control / 6 mois) étaient similaires à celles souvent observées sur le terrain dans des cas d'exposition au fluor .

Les effets les plus sévères étaient observés dans le lot ayant été nourris avec des régimes riches et pauvres en fluor (3 ppm / 4 mois puis 0.75 ppm / 8 mois) . Ces animaux présentaient une ostéofluorose extensive et portaient des dents sévèrement lésées .

On avait enfin constaté que des courtes périodes d'ingestion de régime riche en fluor suivis avec des régimes moins riches en fluor , étaient plus dramatiques pour le bétail laitier que dans le cas d'une exposition constante avec le même ingéré annuel moyen .

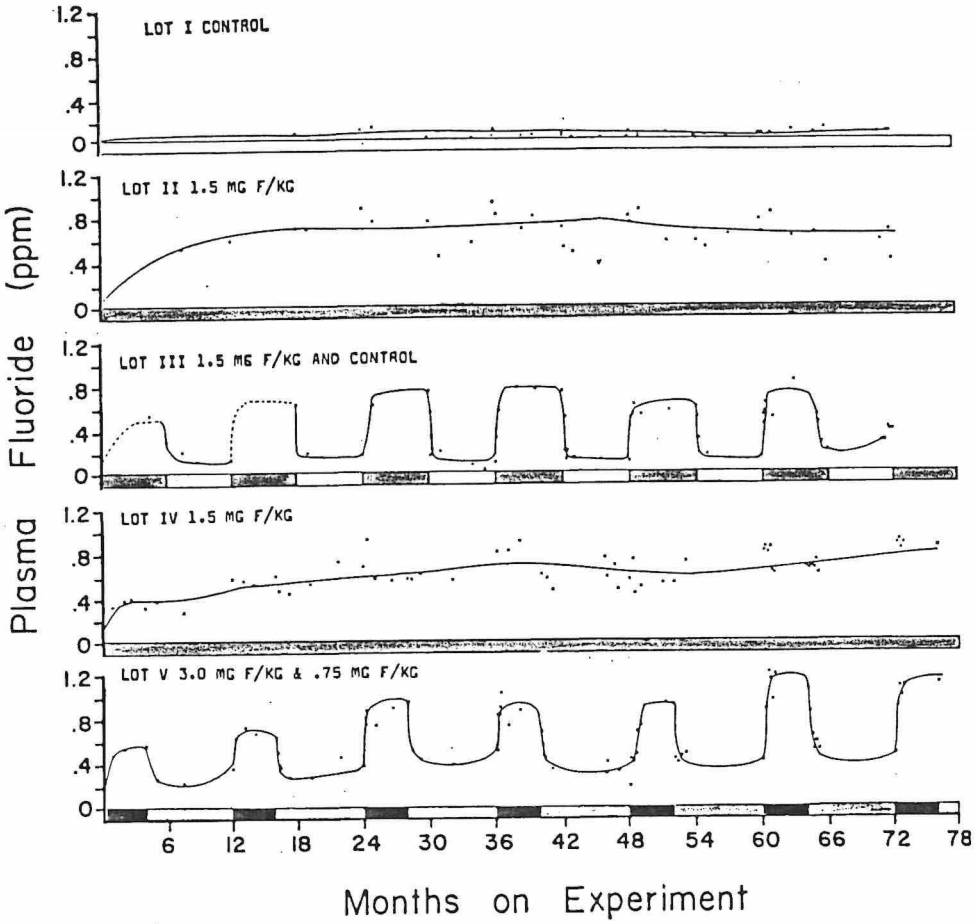


FIG. 2. Effect of fluoride ingestion on plasma fluoride concentrations. Each point represents an average of all animals in each group for that period. Alterations in fluoride intake at various times are shaded areas at the bottom of each curve.

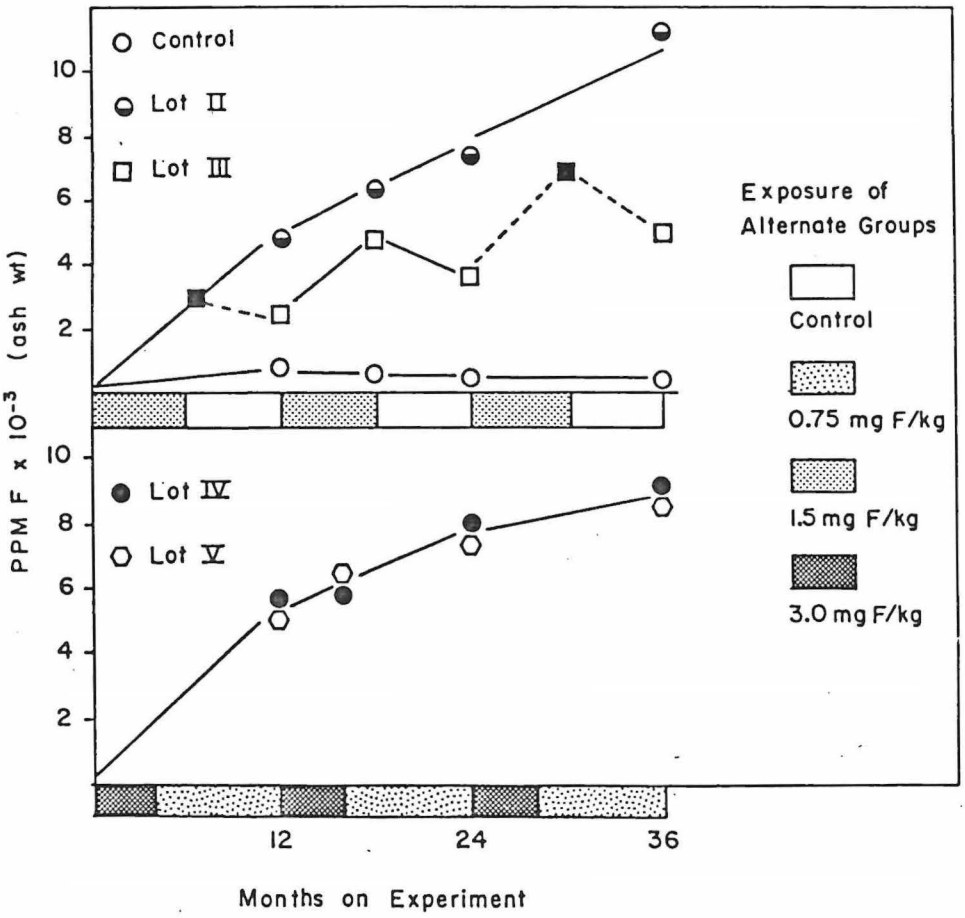


FIG. 4. Concentration of fluoride in vertebral biopsy samples. Values plotted are means of all animals in each group. The two solid squares and the dotted lines on the curve for Lot III are values extrapolated from data provided by biopsies of Lot II, and the other time points of Lot III.

1.2) ESSAI DE DISTRIBUTIONS DISCONTINUES ET TOLÉRANCE DES ZEBUS SAHELIENS A L'INGESTION DE PHOSPHATES NATURELS RICHES EN FLUOR .

L'expérimentation a été faite sur 60 taurillons zébus au Tchad . Les auteurs ont envisagés l'emploi de phosphate naturel en dépit de sa teneur en fluor pour la complémentation phosphocalcique , économique du bétail tropical en utilisant des distributions discontinues capable de permettre une élimination du fluor qu'il contient .

Le phosphate naturel utilisé provient du Togo , il est finement broyé . Il contient en moyenne 12 % de phosphore et 3.5 % de fluor . La distribution quotidienne était de 50 g suspendue dans 200 ml d'eau et administré à la bouteille , soit 6 g de phosphore et 1.6 g de fluor , ce qui représente une dose forte .

Cette expérimentation a abouti à des conclusions suivantes:

1- L'administration de 50 g de phosphate naturel par jour provoque , si elle est prolongée pendant plus de 3 mois , des symptômes et des lésions de fluorose au niveau du squelette et dents .

2- Si l'on interrompt la distribution du phosphate naturel pendant une période assez longue , les lésions squeléttiques régressent pour devenir difficilement perceptibles après 6 mois.

3- Les lésions dentaires apparaissent au moment de l'éruption des dents d'adulte , Elles sont d'importances variables .
Lorsqu'elles sont légères avec conservation de la brillance de l'émail , elles peuvent régresser . Lorsqu'elles sont fortes , elles doivent être considérées comme définitives . Cependant la proportion de dents gravement lésées reste relativement peu élevée .
La rumination n'est pas affectée car les mollaires n'étaient pas atteintes .

4- Les animaux paraissent cliniquement plus sensibles à la fluorose dans leur jeune âge . Les zébus ont des difficultés de croissance sur les pâturages naturels médiocres , pauvres en protéines , tant qu'ils n'ont pas atteint le poids de 200 kg .
Au dessus de 300 kg , la sensibilité paraît moins forte et les animaux conservent une bonne santé apparente .

5- Le squelette se charge en fluor après la consommation de phosphate naturel . Au cours d'une première période de

consommation , il semble que le fluor se distribue irrégulièrement donnant des concentrations plus élevées sous le perioste , ce qui engendre des exostoses .

Les taux de fluor peuvent par la suite atteindre des niveaux très élevés (12000 ppm) , mais alors l'arrêt de la consommation du phosphate entraîne une élimination du fluor jusqu'à un niveau compatible avec une structure normale de l'os , qui paraît se situer vers 3000 - 4000 ppm . (ce qui devrait être vérifié par des expérimentations ultérieures) .

6- Aucune lésion ni symptôme autre que dentaire n'est apparu avant un délais de deux mois de consommation au niveau de 50 g par jour de phosphate naturel .

Les auteurs recommandent en pratique , la complémentation phosphatée à l'aide de phosphate naturel , en la limitant à des périodes de deux mois au niveau de 30 g / jour , avec deux périodes d'administration par an .

2) UTILISATION DES PHOSPHATES NATURELS DANS LA FERTILISATION DES PLANTES EN RÉGIONS CHAUDES

Le coefficient d'utilisation de phosphore des engrais est notoirement bas , atteignant 5 à 20 % de la dose apportée l'année d'application (MALAVOLTA et PELLEGRINO , 1971) . Toute augmentation de ce coefficient est importante eu égard au tonnages des phosphates utilisés dans le monde (TERMAN, 1971).

L'utilisation de phosphore appliqué est particulièrement basses dans les sols lessivés des régions tropicales riches en hydroxydes de fer et d'aluminium , qui exercent un fort pouvoir fixateur transformant l'élément en des formes non assimilables, surtout des phosphates de fer et d'aluminium (CATANI ET PELLEGRINO , 1957, CHANG et CHU , 1961 ; FASSBENDER , 1969) .

Les moyens fournis soit par la technologie des engrais soit par la fertilité du sol et la nutrition des plantes en vue d'améliorer l'utilisation sont bien connus : Chaulage des sols acides ,incorporation de matières organiques , addition de magnésie , localisation ,utilisation du pouvoir dissolvant des exudats des racines vis à vis des phosphates (JAYMAN et SIVASUBRAMANIAN , 1975) . Parmi celles ci la question la plus étudiée est peut être celle de la localisation ; il est cependant également vrai que , ce faisant , on impose une limite au domaine d'accessibilité de phosphate de l'engrais vers la racine ; des

solutions de compromis doivent , dans de nombreux cas , être trouvées (BARBER , 1974) .

Quel que soit le souci - trouver le moyen d'augmenter le coefficient d'utilisation , préserver les réserves mondiales de phosphate , recycler le phosphore appliqué (LARSEN , 1973) - on doit chercher des repenses afin d'améliorer les recommandations pour l'emploi des phosphates dans la pratique agricole .

En vue d'améliorer l'efficacité des engrais phosphatés appliqués au cultures tropicales . Au Brésil , comme dans d'autres régions de cultures , les engrais phosphatés sont souvent recommandés en localisation en sillon circulaire autour de l'arbre ou dans des trous creusés à divers distances de la plante . Ces méthodes servent à contrarier la fixation de phosphore .

2.1) EXPÉRIENCES SUR CAFEIER : [13]

Elle est conçue pour étudier le meilleur mode d'apport du superphosphate sur caféier a été effectué sur des arbres de deux ans en sol de terre rouge (latosol rouge ; pH 5.6 ; pauvre en phosphore ; fort pouvoir fixateur) .

L'engrais dont le phosphore a été marqué a été appliqué de la façon suivante :

1- En couverture en une bande circulaire de 30 cm de large autour de la plante ;

2- Localisé au fond d'un sillon circulaire de 15 cm de profondeur ;

3- Localisé au fond d'un sillon semi-circulaire de 15 cm de profondeur ;

4- Pulvérisé directement sur les feuilles .

Dans chaque cas 150 g de super normal marqué sous forme de H_3PO_4 ont été appliqué à chaque plante , avec 4 répétitions .

Les résultats résumés au tableau 14 montrent que l'épandage de super en bande circulaire autour des caféiers est le plus efficace , parmi les traitements .

Ces résultats corroborent très bien avec ceux qui ont été obtenus par BONNET et RIERA (1954) .

Plus récemment PATEL et KABAARA (1976) ont observé que dans la zone à forte activité racinaire , l'application en bandes de phosphate marqué était aussi efficace que l'application en cercle autour de chaque arbre . D'où l'importance de la connaissance du schéma de distribution du système racinaire des espèces arbustives dans le sol .

La localisation des engrais limitée dans les trous , opération lente et coûteuse , ne semble pas justifiée .
La pulvérisation foliaire d'engrais est par contre recommandée car elle évite la fixation par le sol et assure une large surface absorbante du phosphore .

2.2) EXPÉRIENCES SUR BRACHIARIA RUZIZIENSIS GERMAIN ET EVRARD SUR SOL BASALTIQUE EN ADAMAOUA [19] .

L'expérience avait pour objectif l'étude des doses croissantes de phosphore sur la production fourragère du Brachiaria ruziziensis germain et evrard .

Cette graminée a été introduite depuis quelques années , à la station de recherche zootechnique de WAKWA (Cameroun) après la constatation de son comportement dans les régions voisines du RWANDA et du BURUNDI (MICHEL , 1960).

Elle est parfaitement adaptée aux conditions écologiques du plateau de l'ADAMAOUA , très appétée par les animaux et résistante au piétinement mais elle a un rendement fourrager relativement faible (4 à 5 tonnes de MS / ha), même sur sol basaltique relativement assez riche , alors que celui ci pourrait augmenter considérablement si de bonnes corrections minérales étaient assurées au sol .

- Conditions d'expérience :

. Climat : il est du type soudano-guinéen tempéré par l'altitude (1200 m).
la température moyenne pendant les 4 années d'étude (1979 - 82) était de 21.7 °C et la pluviométrie annuelle est de 1700 mm .

. Caractéristiques du sol :

- ils appartiennent au groupe des sols férralitiques sur basaltes récents ;

- pH est de 5.45 ;

- Le rapport Carbone / Azote est convenable ;

- Réserves en phosphore assimilable suffisante : 92 ppm selon OLSEN (1954) ;

- Taux de saturation est moyen .

L'implantation de la graminée s'est effectué par semis en lignes espacées de 50 cm sur des parcelles élémentaires de 2 m x 12 m à raison de 10 kg de semence à l'hectare .

Six doses croissantes de phosphore (0 ; 50 ; 100 ; 150 ; 200; 250 ; unités P_2O_5 / ha sous forme de superphosphate triple à 47 %) ont été appliquées .

L'ensemble de l'essai avait également reçu , avant la première et la cinquième coupe (stade épiaison) , une fumure uniforme de 50 U de potasse (sulfate de potasse à 48 %) , et après la deuxième et la quatrième coupe , 50 U d'azote par hectare sous forme de sulfate d'ammoniaque à 21 % .

La matière sèche est estimée à partir des échantillons de 1 kg par parcelle prélevés lors de chaque coupe et sèchés à 90 °C à l'étuve .

. Résultats :

Les productions obtenues année par année et la moyenne des 4 années d'essai sont représentées dans le tableau 15 .

Elles ont permis de constater un effet non significatif des doses croissantes du phosphore sur la production de la graminée et l'interaction traitement par année ($p > 0.05$) . Cependant un effet hautement significatif de l'année , lié aux conditions climatiques , avait été décelé ($p < 0.01$) . Une augmentation de la teneur en phosphore du fourrage comparé au témoin a été également enregistrée .

Il ressort de cette étude que la fertilisation phosphatée ne semble pas nécessaire sur sols foncés férralitiques sur basaltes récents généralement assez bien pourvus en phosphore assimilable.

Cependant des apports de faibles quantités de phosphore seraient utiles d'une part pour l'entretient du potentiel de production des sols et d'autre part pour l'amélioration de la teneur en phosphore du fourrage .

Il est plus nécessaire de préciser que certaines phases du cycle végétatif de la plante , telles que l'installation du système racinaire , la précocité d'exploitation pourraient faire appel à l'emploi d'une fumure phosphatée modeste mais dotée d'une excellente solubilité en vue d'une rapide utilisation par la culture (I.S.M.A. , 1982) .

Tableau 15: Rendement du Brachiaria ruziziensis (en T. M.S./ha) sous différentes doses de phosphore

Années	Doses de superphosphate triple à 47 % en unité par hectare					
	0	50	100	150	200	250
1979	8,35±2,49	6,13±1,16	6,33±0,89	7,69±1,63	6,49±1,11	7,37±1,14
1980	12,96±1,55	11,81±1,87	12,49±2,13	12,16±1,24	11,53±1,23	11,90±1,05
1981	5,08±0,93	6,11±0,74	5,06±0,56	5,34±0,64	5,23±0,42	5,52±0,48
1982	13,66±1,05	15,26±1,75	13,87±1,17	14,02±1,65	13,03±0,92	13,40±1,12
Moyenne 1979-1982	10,01±3,86	9,83±4,17	9,44±4,02	9,80±3,71	9,07±3,42	9,55±3,36

Tableau 14

Absorption de superphosphate par le caféier selon la méthode d'application; moyenne de 4 répétitions

Traitement	% de P des engrais	Efficacité relative
Épandage en couverture (bande circulaire)	10,2	100
Sillon circulaire	2,4	23
Sillon semi-circulaire	1,7	17
Pulvérisation	38,8	372

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS :

Les résultats de la complémentation en phosphore des bovins , obtenus par différents chercheurs en milieu tropical , montrent la nécessité d'apporter un complément minéral , surtout en période difficile pendant laquelle les performances des animaux se détériorent suite à l'utilisation de rations pauvres en éléments nutritifs .

Le choix d'un complément minéral dans la gamme des composés minéraux qui sont offerts , va permettre à l'éleveur de compléter au mieux les rations de base qu'il distribue et de satisfaire ainsi les besoins minéraux de ses animaux . Aussi dans le choix d'un composé minéral , il faut tenir compte du type de la ration de base et non pas de l'espèce animale [6] .

Ainsi les animaux recevant un mélange de légumineuses et de graminées consomment toujours assez de Calcium mais peuvent manquer de phosphore , tandis que les animaux recevant seulement des céréales et des tourteaux ont un régime presque suffisant en phosphore mais manquent toujours de Calcium .

Un fourrage constitué de graminées seules peut être insuffisant à la fois en phosphore et en calcium .

Ce problème de complémentation minérale est en réalité très complexe . En effet l'estimation des besoins réels en éléments minéraux , chez les bovins tropicaux n'est pas encore complètement maîtrisée .

L'absence de données rigoureuses dans ce domaine s'avère gênante dans de nombreux cas . L'éleveur ne peut donc prétendre ajuster quotidiennement les apports d'éléments minéraux aux besoins théoriques de ses animaux . Ceci nécessiterait d'ailleurs de connaître la composition minérale des fourrages (que seule l'analyse d'un échantillon moyen permet d'estimer avec certitude) et des besoins de chaque animal (que l'éleveur ne peut estimer que de façon très approximative) .

Des programmes de recherches pourraient être mis sur pieds pour élaborer des méthodes de complémentation , adaptées aux diverses conditions locales .
Des formules de blocs à lécher pour animaux entretenus sur parcours ou nourris à la paille pourraient être conçues en vue d'apporter du phosphate , d'autres minéraux , de l'urée , des vitamines , ...

D'autres formules du type pulpes de betterave ou d'agrumes complémentées en urée + phosphates pourraient être préconisées de façon similaire à ce qui ce fait déjà dans les pays tempérés.

L'élaboration d'une technique de complémentation doit rechercher un optimum économique et écologique sans oublier , l'état sanitaire du troupeau , la protection du milieu , l'intensification fourragère et le débouché des produits .

Les phosphates naturels riches en fluor sont des sources utiles de phosphore . Ils peuvent être utilisés dans l'alimentation des bovins , à condition de pratiquer une distribution discontinue pour permettre l'élimination urinaire du fluor stocké dans le squelette des animaux [15] .

Le problème est à long terme en ce qui concerne aussi bien la quantité que la durée de la fourniture de ces produits .

La défluoration des phosphates naturels , par traitement à haute température , permet l'élimination du fluor , mais ceci est un processus coûteux en énergie ; encore faut il que le traitement n'affecte pas trop la disponibilité du phosphore .
Dans l'attente de la découverte de nouveaux procédés de défluoration , les phosphates naturels restent soumis à une législation sévère en ce qui concerne les doses à incorporer dans l'aliment du bétail .

La fertilisation des parcours naturels ou des cultures fourragères permet d'augmenter la teneur en phosphore des fourrages , si celle ci est bien conduite .

Dans des sols pauvres et acides des régions chaudes , l'élévation du niveau phosphorique du sol n'est certainement pas rentable , aussi faut il trouver des moyens de valoriser au maximum la fumure phosphatée annuelle : Dans ce cas la localisation est la technique de choix , préconisée par plusieurs auteurs .

Le problème du niveau phosphorique dans les pays en voie de développement ne se pose pas de la même façon que dans les pays industrialisés . Les sols sont très pauvres à pauvres ; la fumure n'est préconisée dans ces pays qu'en vue d'assurer les besoins d'une culture ; il s'agit donc d'effet à long terme ; d'avance à la culture et non d'investissement qui serait d'ailleurs impossible au point de vue financier dans la plupart de ces pays .

C'est dans cette optique qu'est orienté le programme Engrais de la FAO ⁂ .

BIBLIOGRAPHIE

[1] CALVET (H) , FRIOT (D) , GUEYE (I. S) - Suplémentations minérales , alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche . Rev . Elev . Med . Vét . Pay . Trop ., 1976 , 29 (1) : 59-66 .

[2] DELANNE (J) ., FERRANDO (R) ., GERVY (R) : Entérite tuberculeuse et fumure phosphatée . Rev . Med . Vét . 1966,142,285-291 .

[3] FERRANDO (R) - Le phosphore dans l'alimentation des animaux domestiques . IN : Actes du 1° congrès international des composés phosphorés , RABAT (MAROC), IMPHOS, 17-21 oct 1977, p.389-405.

[4] fiches techniques d'élevage tropical : n° 9 Septembre 1990, IEMVT-CIRAD .

[5] GERVY (R) - Phosphore et élevage - IN : Actes du 1° congrès internation des composés phosphorés , RABAT(MAROC), IMPHOS , 17-21 oct 1977, p- 463-470 .

[6] GUEGUEN (L) - Le choix d'un composé minéral . IN : La revue de l'élevage . Nov 1968 .

[7] GUEGUEN (l) - Les critères de qualité nutritionnelle des compléments minéraux en alimentation animale . Alim . vie , 1970, 58 (7-8-9) : 115-129 .

[8] GUERIN (H) - Le phosphore dans l'alimentation des ruminants tropicaux : Risques de carences, effet de la fertilisation des fourrages et de la complémentation , possibilités d'utilisation des phosphates naturels . Séminaire internatio sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale . PERPHOS - TEBESSA -8-10 Mars 1988 (ALGERIE) .

[9] GUESSOUS (F) - Les composés phosphorés pour l'alimentation animale au MAROC : Situation actuelle et perspectives d'avenir. IN : Actes du 1° congrès internat des composés phosphorés ,Rabat,Maroc, IMPHOS, 17-21 oct 1977, p.421-431 .

[10] HEMINGWAY (R.G) - Relation entre la concentration des fourrages en phosphore et les besoins en phosphore des ruminants. Symposium ISMA - PARIS , Février (22-23) 1977, DANS : Posphore et agriculture , 1977 , 31 , 109 - 119 .

[11] HEMINGWAY (R.G), (1967). Outlook on Agriculture, 5 ,172.

[12] LAMPKIN (GH) , HOWARD (D.A) et BURDIN (M. L). (1961), J . Agric . Sci . Camb ., 57 , 39 .

[13] MALAVOLTA (E) et NEPTUNE (A.M.L) - Etude de la localisation des engrais sur des cultures tropicales - Symposium ISMA PARIS , Février(22-23) 1977 , DANS : Phosphore et agriculture , 1977, 31, 103 - 107 .

[14] PÉRUSet MATHIEU (M.) - Effet de l'enrichissement des terres en acide phosphorique sur la santé des animaux et la rentabilité d'une exploitation en Beauce . Annales de l'université , deuxième série , n° 5 .

[15] SERRES(H) et BERTAUDIERE (L) - Essais de distributions discontinues de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux . Rev . Elev . Med . Vét . Pay . Trop . 1979, 32 (4) : 391 - 399 .

[16] SUITIE (J.W), CARLSON (J.R) et FALTIN (E.C) 6 Effets of alternating periods of high and low fluoride ingestion on dairy cattle . J . Dairy . Sci ., 1972, 55 , 790 - 804 .

[17] THOMAS (B) et TRINDER (N). 1947. Emp . J . Exp . Agric . , 15 , 237.

[18] VELU (H) " Le Darmous " ; Arch . Instit ; PASTEUR . ALGERIE , 1932 , 10 : 41 - 118 .

[19] YONKEU (S.) , RIPPSTEIN (G.) et TEDONKENG PAMO (E.) - Effet des doses croissantes de phosphore sur la production fourragère du Brachiaria Ruziziensis Germain et Evrard sur sol basaltique récent en ADAMAOUA . Rev . Sci .et Tech. Ser . Sci . Zootech . 1986 , 2 (4) , p . 39 - 49 .