

ok

REPUBLIQUE DU SENEGAL

PRIMATURE

SECRETARIAT D'ETAT A LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES
AGRICOLAS (I.S.R.A.)

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE
ET DE RECHERCHES VETERINAIRES

ZV0000 906

NOTE TECHNIQUE SUR LA **SUPPLEMENTATION**
MINERALE DU BETAIL : LES OLIGO-ELEMENTS

Par Ndiaga MBAYE et D. FRIOT

NOTE TECHNIQUE SUR LA SUPPLEMENTATION
MINERALE DU BETAIL : LES OLIGO-ELEMENTS

INTRODUCTION

Les oligo-éléments ou "trace-éléments" sont des minéraux présents dans les tissus animaux et végétaux à des doses très faibles. Ils font souvent partie de systèmes enzymatiques et éventuellement d'hormones ou de vitamines. Ils se distinguent en cela des macro-éléments qui entrent dans des structures.

Les faibles teneurs des organismes et des aliments ont pendant longtemps constitué un frein au développement des recherches sur l'importance et le rôle de ces éléments chez les animaux domestiques, mais grâce à la mise au point de nouvelles techniques d'analyse en particulier la spectrophotométrie d'absorption atomique, des progrès notables sont enregistrés.

Le service de Physiologie - Nutrition du Laboratoire national de l'Elevage et de Recherches vétérinaires a entrepris depuis 1977 des recherches sur les carences en oligo-éléments. Les premiers résultats confirment l'existence des carences et justifient la rédaction de cette note.

I - ETUDE CLINIQUE DES CARENCES EN OLIGO-ELEMENTS

1 - Etiologie

Parmi les causes pouvant entraîner une carence en un élément, on distingue des facteurs liés aux apports alimentaires responsables de la carence primaire, et des facteurs tenant à l'animal provoquant la carence secondaire.

1/1 - La carence primaire : est due à des facteurs susceptibles de modifier la teneur des fourrages en oligo-éléments. Généralement, on estime que les fourrages contiennent : en mg/kg de MS (LAMAND 1975).

Tableau 1

Elément	Limite de carence	Valeurs habituelles	Limite de toxicité	Causes d'erreur
Fe	50	200 - 500		Contaminations
CU	7	3 - 6	15 ovins 100 bovins	
Co	0,07	0,01 - 0,3	100	Contamination par la terre!
I	0,15		8	Contamination par la terre ou les peintures
Mn	45	200 - 500	1 000	
zn	45	15 - 40	500	Contamination par la terre, les poussières les objets galvanisés.
se	0,1	0,01 - 0,07	0,5	
Mo		0,1 - 2		

Teneur de certains fourrages et aliments composés en oligo-éléments
(Résultats obtenus au INERV, 1980)

Tableau 2

Nature de l'aliment	Teneur en oligo-éléments en mg/kg MS				
	Co	Cu	Zn	Mn	Fe
1 - Fourrages					
Brachiaria mutica 40 jours repousse	0,46 et 0,19	9,2 et 9,3	80,3 et 70,7	242 et 249,4	861 et 300
Brachiaria mutica 25 jours repousse	0,16	10,31	63,97	159,4	275
Brachiaria mutica 55 jours repousse	0,26	7,2	53,1	176,4	319
Ensilage de panicum maximum SGK (n=8)	0,12	4,75 7,8,8	36,8 32,2,8	122,8	525
Ensilage de maïs	0,16	3,0	27,5	46,3	759
2 - Aliments composés et sous produits					
Coque de coton + 10 % de tourteau d'arachide	0,18	5,2	22,0	22,2	333
Paille de riz + 10 % tourteau	0,46	6,6	43,8	591,6	1 308,9
Paille de riz + 20 % tourteau	0,56	8,5	51,2	729	898
Paille de riz + 40 % farine de riz	0,62	7,7	40,4	549	839
Paille de riz + 25 % graine de coton	0,54	5,8	43,1	623	1 186
Coque de coton	0,74	10,5	47,3	627	1 095
Paille de riz	0,46	6,4	86,0	690	983
Paille de riz + 30 % farine de riz	0,74	10,5	47,3	627	1 095
Besoins des ruminants en mg/kg MS	0,1	Bov. 10 Ovins 7	50	50	Adul 30 Jeu 200

Les tableaux précédents indiquent que si pour le Co, le Mn et le Fe, les fourrages, aliments composés et sous-produits sont suffisamment pourvus, il existe des dangers de carences pour le Cu et le Zn. Ceci est d'ailleurs vérifié par l'observation des signes cliniques sur le troupeau laitier de Sangalkam, sur les animaux encadrés et sur des animaux tout venant (Dahra, Labgar, Casamance, Cap-Vert).

Le déficit observé est lié soit à la pauvreté du sol, soit à la plante. La fertilisation et l'intensification fourragère peuvent avoir des effets néfastes sur l'assimilation des oligo-éléments par les plantes (S. PERIGAUD, 1975).

La richesse de la plante est fonction de l'espèce, de la partie considérée, et du stade végétatif. Les légumineuses sont souvent plus riches que les graminées. Les feuilles sont mieux pourvues que les tiges et au cours de la maturation, la teneur diminue régulièrement jusqu'à la floraison (KERGUELEN, 1960). Les foins récoltés tardivement, séchés dans de mauvaises conditions sont pauvres.

En dehors de ces effets purement agronomiques, on peut assister à un développement de carence par une erreur de calcul dans la mise au point d'un complément minéral.

Il peut aussi arriver que les apports soient satisfaisants, mais des perturbations métaboliques provoquent une mauvaise utilisation des oligo-éléments, ce qui entraîne la carence dite "secondaire".

1/2 - La carence secondaire

Différents facteurs capables de **modifier** la digestibilité et la **réten**tion des oligo-éléments peuvent provoquer des signes de **carences**. On sait (LAMAND et DEMERQUILLY, 1975) qu'il existe **une corrélation** entre le C.U.D. des **oligo-éléments** et ceux de la matière organique et de la **matière** sèche. Pour le zinc en **particulier** la qualité de **l'aliment** influe plus que sa teneur. On sait aussi que les contaminations par la **terre** font baisser le C.U.D. du zinc à des **valeurs** négatives **malgré l'augmentation** de la teneur de la **ration**.

La présentation physique de l'aliment peut aussi influencer sur l'utilisa-tion digestive des **oligo-éléments**. **Le broyage** fait baisser le C.U.D. et la **réten**tion du Cu, du Zn et Mn (PERIGAUD, 1972).

Parmi les perturbations **métaboliques** pouvant **provoquer** des **carences** en **oligo-éléments**, on en **connaît** certaines **qui** se traduisent par des **interférences**.

Par exemple le **Cobalt**, le **Molybdène**, le Zinc, le Calcium, les ions sulfates, **quand ils sont en excès dans une ration** peuvent **accentuer** la **carence** en cuivre.

Pour certains de ces **éléments**, on pense qu'il y a une compétition au niveau des sites d'absorption. Certains **auteurs** pensent aussi qu'un rapport **MAD/UF** élevé peut **modifier** l'absorption intestinale du cuivre,

2 - Symptômes

Les signes cliniques diffèrent peu d'une espèce à l'autre. **Il** existe **néanmoins** une variation dans la sensibilité à telle ou telle **manifestation** d'une carence en oligo-élément.

Au Sénégal il est **encore** difficile de parler de carence spécifique en un **élément** donné. **Les signes observés** traduisent une **polycarence**. **Les symptômes** décrits par LAMAND (1970) sont **fréquemment rencontrés** comme en témoigne tableau 3.

TABLEAU 3

SYMPTOMES DES CARENCES EN OLIGO-ELEMENTS CHEZ LES RUMINANTS

	FER		CUIVRE		COBALT		IODE		MANGANÈSE		ZINC		SELENIUM	
	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*
<u>DEFICIT DE CROISSANCE OU D'ENGRAISSEMENT</u>		●	●	●	●	●			●	●	●	●		
<u>BASSE PRODUCTION DE LAIT</u>			●		●		●				●			
<u>INAPPÉTENCE</u>		●	●	●	●	●	●	●			●	●		
<u>PICA</u>			●	●	●	●								
<u>CACHEXIE</u>			●	●	●	●					●	●		
<u>ANÉMIE</u>		●	●	●	●	●								
<u>DEFAUT D'APLOMB</u>			●	●					●	●	●	●		
<u>FRACTURES SPONTANÉES</u>			●	●										
<u>BOÏTERIE</u>			●	●					●	●	●	●		●
<u>TROUBLES CARDIAQUES</u>			●	●										●
<u>OPSPNÉE</u>			●	●										●
<u>DIARRHÉE</u>			●		●	●								
<u>DECOLORATION DES POILS</u>			●	●										
<u>POILS PIQUÉS</u>			●	●	●	●					●	●		
<u>PELADE</u>											●	●		
<u>DERMITES</u>											●	●		
<u>GOÏTRE</u>							●	●						
<u>INFÉCONDITES</u>			●		●		●		●		●			
<u>DEFORMATION DES SABOTS</u>											●	●		
<u>DEGÉNÉRESCENCE MUSCULAIRE</u>														●

* A = Adultes J = Jeunes

Les signes que nous avons le plus souvent observé sont soulignés dans le tableau.

Au niveau de la **ferme** de Sangalkam : le **pica**, les boiteries, la dyspnée, la **décoloration** des **poils**, les poils piqués, les **infécondités**, sont les signes qui reviennent le plus **fréquemment**.

Au niveau des troupeaux **encadrés** autour de la **ferme**, les pelades et demi-tes sont les signes les **plus caractéristiques**.

Ailleurs, on observe sur **les** ovins les signes du "**Sway-back**" ou **ataxie enzootique**. Sur les bovins, les défauts d'aplomb, les **boiteries**, la décoloration des poils et les troubles cutanés dominant,

3 - Diagnostic des carences en oligo-éléments

Le diagnostic est toujours difficile, sinon délicat à poser. Le diagnostic clinique devra toujours être complété par des analyses et par des **commémoratifs** aussi **complets** que possible,

3/1 - Diagnostic clinique : est indispensable pour l'organisation du diagnostic analytique à demander au Laboratoire.

- . **Fer** : la carence se traduit essentiellement par une anémie chez les jeunes.
- . **Cuivre** : à la décoloration des poils, s'ajoutent des troubles **cardiaques** ou **respiratoires** en série.
- . **Cobalt** : on note un déficit de croissance, de la **maigneur** inexplicable par la qualité et la quantité de la **ration**. Le **poil** est piqué, long, rugueux **sur le garrot**.

.../...

- . Iode : une carence **provoque** le **goitre**.
- . Manganèse : on observe le jarret **droit** en zone calcaire.
- . Zinc : des **palades** et demi-tes sans prurit, avec des plaies atones.
- . Sélénium : une myopathie se traduisant par des boiteries, la voussure du dos, de la dyspnée et des troubles cardiaques vers l'âge de 1 mis et demi à 2 mois, cependant la carence en vitamine E **provoque** aussi une **myopathie**, mis cette affection est **rare**.

3/2 - Diagnostic analytique

Les analyses de laboratoire sont possibles, mis sont **relativement** coûteuses. Elles doivent donc **être réduites** au **maximum**.

3/2/1 - Dosage des oligo-éléments dans l'aliment

Le service de Physiologie - Nutrition est équipé pour doser les principaux oligo-éléments : Cu, Zn, Mn.

Un complément d'équipements est nécessaire pour doser les autres **éléments**.

La **première** démarche à suivre dans le **diagnostic** doit consister en l'examen de la ration. Il faut en effet s'assurer de l'**existence** et de la distribution d'un **complément minéral**, avant de passer à l'analyse des **fourrages**, du **plasma**, du foie ou des poils.

ANALYSE DES PRINCIPAUX FOURRAGES

- Le prélèvement

Généralement, du foin ou des **aliments grossiers entrant** pour plus de 30 p.100 dans la ration de base. On analyse des foins de prairies naturelles ou **temporaires**, des ensilages ou des fourrages verts.

- Le mode de prélèvement

Environ 500 g en sac plastique propre et à partir d'un premier prélèvement de plusieurs kilogrammes. Il faudra faire attention aux contaminations par les poussières, les engrais, la terre, riches en Mn, Zn et Cu.

- Les commémoratifs

Pour l'interprétation des résultats, il est utile de joindre les renseignements suivants :

- Nom et adresse de l'éleveur, origine de l'échantillon (région, département, commune ou communauté rurale)
- Nature du prélèvement (indispensable) : foin de prairie naturelle ou temporaire, ensilage, âge, numéro du cycle
- Composition du prélèvement : proportion des graminées, légumineuses, plantes diverses
- Mode de séchage et la nature du sol d'origine.

- Analyses demandées

Elles sont fonctions des carences suspectées par l'examen clinique.

Cependant, il est intéressant de demander à la fois le Cu, le Zn et le Mn analysés à partir de la même prise d'essai.

Le Cu et le Se seront dosés à part sur une prise d'essai plus importante. Leur dosage est plus long et plus coûteux. Le service de physiologie - Nutrition travaille à la mise au point de leur dosage.

3/2/2 - Dosages plasmatiques

On peut doser le Fe, le Cu, le Zn et le Se.

- Fe : théoriquement possible, n-ais on préfère l'hématocrite (vol. des hématies en p.100 du sang total). Une centrifugation suffit.
- Cu et Zn : peuvent être dosés dans le plasma dans de bonnes conditions. Il est nécessaire d'éviter les contaminations de l'hémolyse.

Impératifs concernant le prélèvement

Les hématies contiennent cinq fois plus de Zn que le plasma. Toute hémolyse interdit l'interprétation du Zn plasmatique.

Il faudra éviter : l'eau, le laminage du sang lors d'un prélèvement avec seringue non par écoulement.

Toute contamination faussera les teneurs en Cu et Zn. Il est nécessaire de faire des prélèvements sur au moins 10 p.100 des animaux.

- Mode de prélèvement

Le sang est prélevé avec des aiguilles Inox et doit être repris dans des tubes plastiques chimiquement propres contenant deux gouttes d'héparine.

La centrifugation se fera le plus rapidement possible sur le lieu de prélèvement ou alors on placera les tubes dans de la glace pendant le retour (maximum 1 heure).

Les échantillons seront étiquetés. Le sparadrap est à proscrire pour entourer le bouchon car il peut être contaminant.

.../...

Dans tous les cas, l'envoi se fera avec la fiche des **commémoratifs**.

3/2/3 - Dosages hépatiques

Le **prélèvement** de foie est réservé **éventuellement** à une suspicion de **carence en Cu**, mis surtout à une intoxication **en cet élément**.

50 à 100 g suffisent. Le **prélèvement** en **tranches** de 1 cm d'épaisseur **sera séché sur feuille** ou dans un plateau d'aluminium à des températures variant entre 60 et 100° C à l'étuve **ventillée**.

3/2/4 - Dosages dans les poils

BROCHARD (1975) pense que le dosage qui est possible, **permet** de diagnostiquer - carence **profonde**. **Mais** il ajoute que pour des échantillons **inconnus**, l'interprétation est **relativement difficile**.

3/3 - Interprétation des résultats

3/3/1 - Les aliments

Les teneurs les plus **fréquemment rencontrées** / ^{et} les limites sont indiquées dans les tableaux 1 et 2. Il reste pour le Sénégal à **déterminer** les limites de carences pour le bétail.

3/3/2 - Le plasma

FRIOT et CALVET ont établi les **normes** biochimiques des **éléments** du **plasma** chez le zébu sénégalais. Les valeurs trouvées étaient souvent **comparables** aux **normes européennes**. Il serait intéressant de préciser les seuils de carences, dans le cadre de l'élevage **sénégalais**.

.../...

LAMAND (1975) a résumé les valeurs de ces paramètres plasma-tiques en insistant sur la limite de carence ; les valeurs habituelles et les causes d'erreurs.

Ces valeurs sont données dans le tableau n°4.

Tableau n°4

Élément ou enzyme	Limite de carence	Valeurs habituelles	Causes d'erreurs
Cu (en mg/100 ml)	70	80-120	Contamination > 150-200 Maladies infectieuses ou inflammation > 120-150
Zn (en mg/100 ml)	70	80-120	Contamination > 150 Hémolyse : 150-600 Maladies infectieuses ou inflammation < 80
Céruoplasmine D.O. + mg/100 ml	70	80-120	Non sensible aux contaminations - Maladies infectieuses ou inflammations > 120-150 Putréfaction du P. < 70
T.G.O. (Unités Frankel)	Limite pathologique 240	80-120	Myopathie $\frac{TGP}{TGO} < 0,5$
T.G.P. (Unités R.F.)	50	2-20	Hépatite $\frac{TGO}{TGP} < \text{de } 0,5 \text{ à}$

3/3/2 - Les poils

Ces analyses permettent d'aboutir à une conclusion si les poils sont nettement en dessous du seuil. de carence.

Tableau n°5

Elément	Limite de carence	Causes d'erreurs
Cu	7 mg/g	Contamination par la terre ou cornadis galvanisés.
Zn	115 mg/g	

II - TRAITEMENT ET PROPHYLAXIE DES CARENCES

a) Traitement

Avant d'envisager le **traitement**, il faut tenir **compte** du fait qu'il est **coûteux en main d'oeuvre et reste fugace**.

Il existe **malgré** tout, trois possibilités : les solutions buvables, les comprimés ou les **formes** injectables.

1 - Solutions buvables

Distribution journalière de 4 g de SO_4Cu , de **Zn** ou de **Mn** pendant 10 jours à des **bovins** adultes.

2 - Comprimés

On utilise l'oxyde **Co** qui a l'avantage de **traiter** et de protéger les animaux **pendant** 6 mis.

3 - Les formes injectables avaient l'inconvénient de **renfermer** des **quantités** trop faibles **d'éléments** : les **formes** solubles de **Cu**, **Zn** ou **Mn** sont caustiques et provoquent des abcès au point d'injection.

Récemment, **LAMAND** et **PERIGAUD** ont mis au point des suspensions injectables à effet retard permettant **d'apporter** 125 mg de **Cu**, 600 mg de **Zn** ou 150 **mg** de **Mn** à un bovin adulte. Ces formes sont **commercialisées (Prolontex)**.

La **rémanence** est de 2 mis et-demi **environ**.

Ce mode de traitement est souvent spectaculaire, notamment pour l'**ataxie** enzootique

b) Prophylaxie

1 - Prophylaxie par apport direct d'oligo-éléments aux animaux

1/1 - Mode de calcul d'un complément minéral

Les quantités de ration de base ingérées varient selon l'état physiologique des animaux et la qualité des fourrages proposés.

LAMAND (1975) propose pour une vache à haute production laitière et ingérant 12 kg MS/j, l'exemple de calcul du déficit journalier suivant :

Tableau n°6

Elément	Teneur moyenne en mg/kg MS	Besoins mg/kg de MS	Déficit journalier à couvrir
CU	5	10	60mg
Co	< 0,1	0,1	1,2 mg
I	0,1 - 0,2	0,2 - 0,8	7,2 mg
Mn	20	50	360 mg
ZN	25	50	300 mg
Se	0,05	0,1	0,6 mg

1/2 - Forme et répartition dans le temps de la complémentation

1/2/1 - A l'auge

La distribution d'un complément minéral est facile sur des aliments humides. Il est éventuellement possible de le mélanger à un peu de grain et de tourteau pour en faciliter l'ingestion. Cette solution est retenue à Sangalkam et donne des résultats satisfaisants.

.../...

1/2/2 - Au pâturage

L'utilisation de la pierre à lécher est particulièrement **commode**. Il est cependant utile de s'assurer, grâce à un **contrôle**, des ingestions limitées dans le temps, que la composition du bloc permet bien de couvrir le déficit en oligo-éléments.

Exemple : Le calcul d'un complément minéral distribué à des bovins à raison de 100 g/j.

Tableau n°7 (*)

Element	Déficit journalier à couvrir	Forme de sel	% d'élément dans le sel	Facteur de multiplication	Q/J. dans 100 g de c.m.	Complément de c.m.
CU	60 mg	SO ₄ Cu, 5H ₂ O	1/4	4	240 mg	2,4 g/kg
CO	1,2 mg	SO ₄ Co, 7H ₂ O	1/5	5	6 mg	60 mg/kg
I	7,2 mg	Ca (IO ₃) ₂	2/3	3,2	10 mg	100 mg/kg
Mn	360 mg	SO ₄ Mn, H ₂ O	1/3	3	1 g	10 g/kg
Zn	300 mg	SO ₄ Zn, 7H ₂ O	1/4	4	1,2 g	12 g/kg
se	0,6 mg	SeO ₃ Na ₂	1/2	2	1,2 mg	12 mg/kg

(*) D'après LAMAND : les minéraux et vitamines : Extr. Pt. vét.,
16 - 17 octobre 1975.

Dans cet exemple de calcul, l'auteur suppose que la base du complément minéral (c.m.) couvre les besoins en P, Co, Na, et Mg, soit :

Phosphate bicalcique	40 %	60 %	50 %
Chlorure de Na	35 %	35 %	45 %
Carbonate de Ca	20%	"	
Magnésie	5 %	5 %	5 %

La distribution du complément minéral doit être régulière, journalière et toute l'année.

La distribution périodique n'est pas souhaitable car si le Cu est relativement bien stocké dans le foie, le cobalt est nécessaire en permanence à la flore du rumen pour son équilibre et une synthèse de vitamine B₁₂.

Et, pour le Zn, la carence peut survenir dans les jours qui suivent l'arrêt de la complémentation.

Pour l'iode, le Mn et le Se, le stockage similaire permet de tamponner assez bien les déficits momentanés.

2 - Prophylaxie par enrichissement en oligo-éléments des fourrages sur pied

2/1 - Le cuivre

2/1/1 - Apport au sol: de 25 - 30 kg de SO₄Cu en couverture sur prairie déjà implantée, risque d'enrichir trop fortement les plantes les plus précoces du premier cycle et insuffisamment les stades tardifs.

La technique est valable dans le cas des carences végétales, mais n'est pas à retenir dans la pratique pour enrichir correctement les plantes destinées à l'alimentation animale.

2/1/2 - Enrichissements foliaires

On peut mieux obtenir et régulariser le niveau de cuivre désiré dans des limites acceptables. Les quantités à apporter sont 20 à 30 fois plus faibles que précédemment, mais elles sont à fractionner entre tous les cycles.

2/2 - Le Zinc

Les modalités d'enrichissement en Zn ressemblent à celles du cuivre mais sans risque de toxicité pour les animaux par des teneurs élevées.

2/2/1 - En sol

L'apport de 25 à 50 kg de SO_4Zn en couverture sur la prairie en fin d'hiver.

2/2/2 - Pulvérisation foliaire : même problème que pour le cuivre avec les sels solubles lessivables par les pluies.

La neutralisation préalable du sulfate permet un enrichissement toujours convenable de la prairie destinée au pâturage 4 à 10 jours après la pulvérisation.

Les oxydes sont préférables aux autres formes pour des intervalles plus longs.

2/3 - Le cobalt

Le traitement est plus facile qu'avec le cuivre et le zinc. Les meilleurs résultats sont obtenus sur $\text{pH} < 5$ sols acides avec 2 kg de sulfate de Co ; mais moins spectaculaires sur sols calcaires.

Les pulvérisations sont possibles aussi, mais elles sont économiquement moins intéressantes, surtout en sol acide.

2/4 - Le manganèse

Seule la pulvérisation foliaire est efficace, Les sulfates présentent l'inconvénient d'être rapidement éliminés par les pluies. Les oxydes sont préférables d'autant plus que, sous la forme de MnO , ils sont directement utilisables par l'animal.

2/5 - Le molybdène

Certaines plantes comme la luzerne peuvent être carencées en Mo et nécessitent un apport en cet élément pour atteindre un rendement normal. Mais le Mo apporté n'est pas très fortement retenu par le sol et la plante devient rapidement toxique pour l'animal. Il convient donc de toujours vérifier les teneurs en Mo par l'analyse. Des essais montrent que l'on peut limiter les excès de Mo par un apport d'un élément antagoniste, le soufre.

2/6 - Le sélénium

De même que le Mo, l'incorporation de sélénite peut se révéler dangereuse car les plantes deviennent rapidement toxiques pour l'animal.

CONCLUSION

L'intervention au niveau de l'animal est la seule solution en cas de carence profonde.

Enfin, il faut dire qu'il est possible d'apporter ensemble au sol ou en pulvérisations foliaires tous les éléments qui sont insuffisants pour la plante.

Les premières observations et résultats d'analyse qui ont permis la suspicion de carences en oligo-éléments, seront poursuivis dans le cadre d'un programme oligo-éléments. Les recherches à entreprendre permettront de préciser le rôle des oligo-éléments dans l'alimentation animale et sur un plan général, les incidences des carences sur la productivité du cheptel.

.../...

. B I B L I O G R A P H . I E

- FRIOT (D.), CALVET (H.) - Biochimie et Elevage au Sénégal. Comm. VIIème Journées médicales de Dakar du 9 au 14 avril 1972.
- KERGUELEN (M.) - Valeur minérale de l'herbe. Fourrages, 1962, 10, 63-71.
- LAMAND (M.) - Cahiers méd. vét., 1970, 39 (2), 60.
- LAMAND (M.) - "Les minéraux et les vitamines" 16 - 17 octobre 1975. Tome 1, pages 123 - 142.
- PERIGAUD (S.) - Ann. Nutr. Anim., 1972, 25, B. 327-378.
- PERIGAUD (S.), TRESSOL (J.C.), AMBOULOU (A.) - Extrait CR. Acad. Afr., 23 octobre 1973, pages 1049 à 1071.