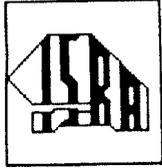


ZV0000824

46. Nov 1980



Institut Sénégalais
De
Recherches Agricoles

DEPARTEMENT DE RECHERCHES
SUR LA SANTE ANIMALE

LNERV BP 2057 Dakar
Sénégal



UTILISATION DES LIGNEUX FOURRAGERS DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES EN ZONE SAHELIENNE



COMPOSITION CHIMIQUE, DIGESTIBILITÉ ET INFLUENCE SUR
LES PERFORMANCES DE JEUNES MOUTONS

ZV340000

Safiétou T. FALL*, Dominique FRIOT*, Didier RICHARD**, Hubert GUERIN**

* ISRA LNERV BP 2057 Dakar Senegal

** CIRAD EMVT 10, Rue P. Curie 95703 Maisons-Alfort

INTRODUCTION

Les ligneux fourragers représentent des ressources alimentaires sans lesquelles la survie du bétail serait impossible dans les zones Sahélienne et Soudanienne d'Afrique de l'Ouest. En effet, le fourrage arbustif est un complément non négligeable au régime des bovins alors qu'il représente l'aliment de base pour les petits ruminants pour lesquels il atteint plus de 70% de la **matière** sèche du régime alimentaire en saison sèche (DICKO et **SANGARE**, 1984; GUERIN, 1987).

Si les fourrages ligneux des pays tropicaux ont fait l'objet de nombreuses études (LE HOUEROU, 1980; DEVENDRA, 1989), leur valeur nutritive est encore mal connue. La bibliographie fait état de teneurs élevées en matières azotées totales (MAT) (RIVIERE, 1978; KEARL, 1982; KONE, 1987) mais les facteurs de variations de cette teneur en matières azotées totales sont à préciser.

Des méthodes in vitro ont été appliquées pour apprécier la digestibilité des nutriments des ligneux (CRAIG et al., 1989; MEURET et al., 1993). Si ces méthodes autorisent un classement fiable des espèces ligneuses, la présence de composés secondaires complique l'interprétation des résultats. C'est pourquoi, les **méthodes in vivo** ou **in situ** sont prioritaires car elles permettent d'observer un éventuel effet néfaste de ces fourrages arbustifs sur la santé des animaux qui les consomment.

Certaines **espèces** ligneuses sont bien intégrées dans les systèmes traditionnels d'alimentation des ruminants domestiques. Les gousses d'Acacia font l'objet **d'un** commerce dans les marchés d'Afrique de l'Ouest. Cependant, la faible connaissance de la valeur nutritive des principales espèces étudiées ne permet pas de faire des recommandations à l'usage des **éleveurs**. La mesure des

relations valeur nutritive / performances animales et l'identification des espèces les moins toxiques et les plus riches en nutriments digestibles sont donc des priorités pour une intégration optimale des ligneux dans les systèmes d'élevage des zones Soudanienne et Sahélienne d'Afrique de l'Ouest.

Pour contribuer à préciser la valeur nutritive des ligneux fourragers, nos travaux ont porté sur l'évaluation de leur composition chimique, leur digestion par les ruminants et leur influence sur la croissance de jeunes moutons de race Peul-peul.

I . M A T E R I E L . E T M E T H O D E S =

1 1. COMPOSITION CHIMIQUE DES LIGNEUX:

Les Echantillons:

Les espèces choisies (annexe 1) sont très représentées dans les écosystèmes Sahéliens. 441 échantillons de 62 espèces ligneuses ont été analysés.

Les fourrages ligneux ont été récoltés sur les parcours naturels, dans les zones Soudanienne (Dakar, **Bandia**, Thyssé-Kaymor) et Sahéliennes (Dahra, Vindou Thiengholy, Téssékré) du Sénégal. Ils ont été prédessiqués au soleil, séchés à l'étuve à 70°C puis broyés pour passer à travers une grille d'1 mm avant d'être envoyés au laboratoire pour analyses.

Les Analyses chimiques:

Les analyses chimiques menées au LNERV de Dakar, ont porté sur les MAT (technique de Kjeldahl), le calcium et le phosphore (AOAC, 1975) puis les composants pariétaux (NDF, ADF et lignine) par les techniques de VAN SOEST (GOERING et VAN SOEST, 1979). Les minéraux ont été évalués par spectrophotométrie. Les tanins ont été dosés à l'EMVT

(Maisons-Alfort, France) par la méthode de SCALBERT et al., (1987).

Les analyses statistiques:

Sur quatre espèces ligneuses, les analyses factorielles en correspondance ont été appliquées pour apprécier le rôle de l'espèce, de l'organe, de la date et du lieu de récolte comme facteurs de variation de la teneur en MAT des ligneux. Une analyse de **variance** (SAS, 1985) a été appliquée pour voir la signification des **différences** entre **espèces** et organes.

1 2. DIGESTIBILITE IN VIVO DES LIGNEUX:

Les mesures de digestibilité in vivo des ligneux ont été **réalisées** aux étables du LNERV à Dakar et au CRZ de Dahra au Sénégal. La méthode classique des bilans in vivo a été appliquée (DEMARQUILLY et BOISSEAU, 1976; ABT, 1990).

Cinquante huit mesures de digestibilité in vivo ont été effectuées (annexe 2). Dix d'entre elles portaient sur l'étalonnage de la ration de base (paille/tourteau) alors que 44 digestibilités ont concerné des rations à base de 14 **espèces** ligneuses.

Les animaux:

Six moutons de race **peul-peul** âgés d'environ deux ans et pesant en moyenne 22 kg ont été logés dans des cages individuelles permettant le contrôle de la consommation et la collecte des excréments fécaux et urinaires.

Le rationnement:

Les ligneux prédéssiqués au soleil ont été distribués aux moutons à différents niveaux. Les rations alimentaires sont décrites à l'annexe 2.

Les mesures :

Après 15 jours d'adaptation, les mesures ont été menées pendant 6 jours. Elles concernaient, pour chaque mouton, les quantités distribuées, les refusés et les **féces**. Un échantillon était prélevé pour détermination de

sa matière sèche à l'étuve (**60°C**). Un prélèvement quotidien du distribué du refusé et des fécès était réalisé pendant les six jours de mesure pour les analyses de laboratoire.

Les analyses chimiques:

Elles concernaient les échantillons individuels du distribue, du refuse et des fécès. Les dosages effectués portaient sur les matières organiques et les MAT.

Les calculs:

Les digestibilités de la **matière** sèche, de la matière organique et des matières **azotées** totales de la ration ont été évaluées par la relation:

$$\text{CUD} (\%) = (1 - F) \times 100 / 1.$$

Pour estimer la digestibilité du ligneux seul, deux méthodes de calcul ont **été** appliquées, la méthode par **différence** et celle par régression.

En prenant comme **hypothèse l'additivité** des composants de la ration, la digestibilité du ligneux a **été estimée** par différence à partir de la relation:

$$\text{CUDr} = (\text{CUDp} \times p) + (\text{CUDt} \times t) + (\text{CUDl} \times 1)$$

$$\text{CUDl} = \text{CUDr} - ((\text{CUDp} \times p) + (\text{CUDt} \times t)) / 1$$

Avec **CUDr** = **digestibilité** de la ration totale

CUDl = digestibilité du ligneux

CUDp = digestibilité de la paille **évaluée** à partir d'une ration **témoin**.

CUDt = digestibilité du tourteau d'arachide.

t (%) = taux du tourteau d'arachide dans la ration

p (%) = taux de la paille dans la ration

l (%) = taux de ligneux dans la ration

Pour vérifier **l'hypothèse d'additivité** des composants de la ration et mettre en évidence l'existence **éventuelle** d'interactions digestives, la méthode de calcul de la digestibilité du ligneux par **régression** a été utilisée. L'incorporation du ligneux dans la ration à des taux croissants a permis d'établir une régression entre le taux

de ligneux et la digestibilité de la ration. La **digestibilité** du ligneux est obtenue par extrapolation au point 100%.

Les analyses statistiques:

La signification de la régression entre le taux de ligneux et la digestibilité in vivo de la ration a été étudiée. Une régression linéaire traduit une **additivité** entre les différents composants de la ration alors qu'une régression non linéaire est le signe d'existence d'interactions digestives donc de non additivité entre les différents composants de la ration (SAWANT et GIGER, 1989; BERGE et DULPHY, 1991).

L'influence du mode de conditionnement (séchage et broyage) sur la digestibilité des rations à base de ligneux a **été** étudiée par analyse de **variance**.

1 3. DEGRADABILITE IN SACCO

La cinétique de dégradation des ligneux dans le rumen a été étudiée par la méthode des sachets de nylon (ORSKOV et al., 1980; **MICHALET-DOREAU** et al., 1987).

Les animaux et leur alimentation:

Trois zébus Gobra porteurs de fistules du rumen ont été utilisés. Ces animaux maintenus en stabulation étaient alimentés avec de la paille de riz à volonté et lkg de tourteau d'arachide par tête par jour. Cette ration titrait 12% de MAT. Les animaux étaient abreuvés à volonté et avaient à leur disposition un bloc minéral à lécher.

Le mode opératoire:

Les sachets étaient **préparés** à partir d'un tissu nylon de maillage régulier dont les pores étaient de 46 microns (Blutex T50 Tripette & Renaud. France). Ils mesuraient 6 x 11 cm et étaient préparés par soudure du tissu nylon à la chaleur.

Une prise d'essai de 5g d'échantillon broyé était introduite dans chaque sachet de nylon. Les sachets préparés en nombre suffisant étaient fermés puis attachés le long d'un support et incubés dans le rumen. Ils **étaient** désincubés en simple au bout de 2, 4, 8, 24, 48, 72, 96 heures, lavés sous un courant d'eau jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule soit claire puis battus au stomacher pour diminuer la contamination microbienne, selon la méthode décrite par **MICHALET-DOREAU** et OULD-BAH (1989). Ils sont ensuite lavés une deuxième fois et **séchés à l'étuve à 70°C**.

Deux mesures ont **été menées** sur trois animaux, soit six **répétitions** par échantillon. Les matières azotées totales ont **été dosées** sur l'échantillon non incubé et le résidu.

Le pourcentage de **matière sèche** et de MAT disparu à l'issue de ce traitement **représente** respectivement le taux de disparition de la matière **sèche** et des **matières** azotées totales.

Les calculs:

Le taux de disparition de la matière **sèche** et des MAT est calculé par différence entre la prise d'essai et le **résidu**.

La cinétique de dégradation de la matière sèche et de l'azote est ajustée au modèle non linéaire proposé par ORSKOV et MC DONALD (1979):

$$D \% = a + b (1 - e^{-ct})$$

avec D % = Dégradation au temps t

a % = dégradabilité **immédiate**

b % = dégradabilité potentielle

c h⁻¹ = vitesse de dégradation

La **Dégradabilité** théorique (Dt) est estimée par la relation:

$$Dt \% = a + (bc/c+k)$$

avec k = temps de séjour des petites particules dans le rumen. Un temps de séjour de 0.04 **spécifique** aux races

bovines tropicales (LECHNER-DOLL et al., 1990) a été adopté.

Les paramètres de la dégradation a, b, c et Dt, des espèces étudiées ont été calculés par un modèle non linéaire (SAS, 1985).

En ce qui concerne la dégradation des MAT, la contamination bactérienne résiduelle a **été** prise en compte **par** application **d'un** facteur de correction selon la relation proposée par **MICHALET-DOREAU** et OULD-BAH (1989):

N résiduel corrigé = % N résiduel - (MS résiduelle x a x 6.67 / N initial)

a représente: le rapport MS bactérienne / MS résiduelle.

ce coefficient varie de 0.002 à 0.04 en fonction de la durée d'incubation des sachets dans le rumen.

Les analyses statistiques:

Une analyse de **variance** (SAS, 1985) a été appliquée pour apprécier l'influence de la composition chimique des échantillons sur leur profil de dégradation intra-ruminale.

1 4. ESSAIS ALIMENTAIRES:

Pour mesurer l'influence de différents niveaux de ligneux sur les performances de jeunes moutons dix essais alimentaires ont été menés (annexe 3).

La durée moyenne des essais **menés** au CRZ de Dahra **était** de 100 jours dont 15 jours d'adaptation.

Les mesures quotidiennes portaient sur un contrôle des consommations par mesure des quantités distribuées et des refusés. L'évolution pondérale **des** animaux a été suivie par une triple pesée de démarrage, une double pesée mensuelle et une triple pesée finale.

Tableau 1 : Teneur en tanins condensés des espèces ligneuses.

ESPECES			TENEUR EN TANINS p100 MS (écart-type)		N
Acacia	albida	feuilles	2.93	(1.20)	3
		fruits	0.80	(0.80)	6
Acacia	nilotica	fleur	2.17		1
		feuilles	3.69	(0.68)	5
		fruits	6.60	(0.78)	4
		graines	0.44		2
Acacia	raddiana	feuilles	2.85	(1.42)	6
		fruits	1.11	(0.79)	3
Adansonia	digitata	feuilles	6.00	(1.14)	4
		fruits	0.15		1
Bauhinia	rufescens	feuilles	3.25	(1.87)	3
		fruits	3.38		1
Balanites	aegyptiaca	feuilles	0		1
Guiera	senegalensis	feuilles	4.34	(2.09)	4

II. R E S U L T A T S E T D I S C U S S I O N S =

COMPOSITION CHIMIQUE DES LIGNEUX:

La composition chimique moyenne des espèces ligneuses **étudiées** est **décrite** en annexe 1. **Les résultats** montrent une importante **diversité** des espèces étudiées en ce qui concerne leur concentration en MAT, en composants pariétaux (NDF, ADF, lignine) et en minéraux. La teneur en MAT a varié de 6 à 32% MS bien que la plupart des espèces **étudiées** en contiennent plus de 10%. L'espèce **végétale** est le facteur de discrimination le plus important bien que la date et le lieu de **récolte** déterminent également la concentration et MAT des ligneux (FALL, 1993).

Ces variations concernent également la teneur des ligneux en parois totales qui ont fluctué de 25 à 75% MS. Mais les parois sont d'une faible concentration souvent **inférieure** à **50%MS** comparativement aux fourrages pauvres (**NDF>60%**). Ces résultats sont en accord avec ceux de KONE (1987). En revanche, la teneur en lignine pouvant atteindre 40% **est** assez importante (annexe 1).

La teneur en tanins **précipitants** des espèces ligneuses **étudiées** à l'IEMVT varient de 0 à 11.5 % MS (GRILLET, 1992). Cette teneur en tanins variait en fonction de l'**espèce végétale** (tableau 1). Des espèces comme *Acacia senegal*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera* et *Balanites aegyptiaca* ont des teneurs en tanins condensés proches de zéro; à l'inverse, ce taux **dépasse** 5% pour les feuilles de *Guiera senegalensis* et celles d'*Adansonia digitata* ou les fruits d'*Acacia nilotica*. L'organe et l'âge de la plante constituent également d'importants facteurs de variation de la teneur en tanins condensés des ligneux. Une augmentation de la teneur en tanins avec l'âge a **été**

Tableau 2 : Teneur tanins des ligneux: Influence du stade phenologique

ESPECES	TENEURS EN TANINS			
	Jeunes feuilles		Feuilles agées	
<i>Adansonia digitata</i>	1.7	N= 1	6.0	N = 4
<i>Combretum micranthum</i>	1.2	N= 3	7.1	N = 2
<i>Combretum lecardii</i>	3.5	N= 2	10.4	N=1
<i>Ficus sycomorus</i>	1.3	N= 1	3.0	N = 2
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2.1	N= 1	3.4	N = 2
<i>Guiera senegalensis</i>	5.1	N= 2	0.8	N = 1

observée chez les espèces étudiées sauf pour *G. senegalensis* (tableau 2).

La concentration des tanins dans les organes varie d'une espèce à une autre. Pour *A. nilotica*, les fruits sont plus riches en tanins que les feuilles alors que pour *A. raddiana* le contraire est observé. Pour *B. rufescens*, feuilles et fruits ont des teneurs en tanins comparables.

Les teneurs en minéraux des ligneux varient en fonction des espèces et des organes étudiés (annexe 1). Les ligneux ne peuvent pas être utilisés pour limiter les carences en phosphore, principal déséquilibre minéral rencontré en zone Sahélienne chez les ruminants. En effet, la teneur en phosphore est souvent **inférieure** au seuil de **0.2%**. Les conditions d'absorption de cet **élément** peuvent également être défavorisées par une teneur en calcium assez **élevée** qui déséquilibre le rapport phospho-calcique.

Le traitement des données est en cours pour déterminer les facteurs de variation de l'apport minéral des ligneux.

DIGESTION DES LIGNEUX FOURRAGERS PAR LES RUMINANTS:

Digestibilité in vivo des ligneux:

Les résultats mettent en **évidence** une forte variabilité de la digestibilité in vivo des rations à base de ligneux (annexe 2). Ces variations sont **liées à l'espèce végétale**. Les rations contenant des feuilles de *Guiera senegalensis* ont été d'une digestibilité médiocre contrairement à celles à base de *Calotropis procera* ou *d'Adansonia digitata*.

La méthode de **détermination** de la digestibilité est également une cause de disparité des **résultats** (FALL,

Tableau 3 : Evolution de la digestibilité de la ration en fonction du taux de feuilles de *Guiera senegalensis*

NOMBRE D'ANIMAUX	6	6	6	6
TAUX DE LIGNEUX (p100)	0	14.9	42.3	85.5
RATION (p100)				
G. <i>senegalensis</i>	0	14.9	42.3	85.5
Tourteau d'arachide	12	10.3	12.0	14.5
Foin de brousse	88	74.7	45.7	0
TENEUR EN MAT DE LA RATION (p100)	10.5	10.7	13.0	14.8
CONSOMMATION g/Kg PO-75				
G. <i>senegalensis</i>	0	12.5	30.5	53.3
Tourteau d'arachide	8.3	8.6	8.7	9.1
Foin de brousse	58.3	62.4	32.8	
Total	66.6	83.5	72.0	62.4
TAUX DE REFUS (p100)				
G. <i>senegalensis</i>		3.3	30.7	19.5
Tourteau d'arachide	0	0	0	0
Foin de brousse	22.3	14.1	24.3	-
DMS* p100				
Ration 45.7±	2.8	52.6± 1.2	43.4 ± 2.2	35.0 ± 1.7
G. <i>senegalensis</i> A--		68.1& 8.3	35.7 ± 5.6	27.3 ± 2.1

* Digestibilité du ligneux calculée par différence en admettant qu'il n'y ait pas d'interactions digestives

Source : FALL, 1993

1993). Le mode de conditionnement du ligneux et la composition de la ration déterminent les résultats.

Le broyage et le séchage ont respectivement peu modifié la DMS des fruits de *Faidherbia albida* et celle des feuilles d'*Albizzia lebeck*. Le séchage au soleil ne modifiant pas la DMS semble être une méthode de conservation adéquate tandis que le broyage ne se justifie pas ; cette technique est très coûteuse en énergie et n'améliore pas significativement la DMS des ligneux.

Le type de ration est un important facteur de variation de la digestibilité des ligneux. La présence de composés toxiques fait que la plupart des espèces ligneuses ne peuvent être l'unique composant de la ration des ruminants. Cette toxicité potentielle impose une limitation des fourrages ligneux dans la ration des ruminants. Il est donc important pour chaque espèce ligneuse d'identifier le taux optimal d'incorporation compatible avec une digestibilité maximale de la ration sans altérer la santé des animaux. Ce taux détermine la digestibilité de rations à base de certaines espèces ligneuses (FALL, 1993). Cette influence significative ($P < 0.05$) sur les feuilles de *Guiera senegalensis* (tableau 3), *Adansonia digitata* (tableau 4) et celles de *Pithecellobium dulce* (tableau 5) ne l'a pas été sur *Combretum aculeatum* (tableau 6) dont le taux dans la ration est linéairement lié à sa digestibilité (figure 1). Les facteurs comme la ration de base ou le niveau d'ingestion, susceptibles d'agir sur la relation entre le taux de ligneux et la digestibilité de la ration sont actuellement étudiés au LNERV (ISRA, Sénégal).

La variation curvilinéaire de la digestibilité des rations à base de ligneux en fonction du taux d'incorporation du ligneux met en évidence une non additivité entre les ligneux et les autres composants de la ration. Dans ce cas une variation de la digestibilité du

Tableau 4 : Evolution de la digestibilité de la ration en fonction du taux de feuilles d'*Adansonia digitata*

NOMBRE D'ANIMAUX	6	6	6
TAUX DE LIGNEUX (p100)	0	37	49
RATION: p100			
A. <i>digitata</i>	0	37	48.6
Tourteau d'arachide	26	19.1	9.8
Paille de riz	74	43.9	41.6
TENEUR EN MAT DE LA RATION (p100)	17.1	11.8	12.3
CONSOMMATION g/Kg P0.75			
A. <i>digitata</i>	0	28.5	40.4
Tourteau d'arachide	16.8	14.7	8.1
Paille de riz	46.6	33.6	32.5
Total	63.4	76.8	81.0
TAUX DE REFUS (p100)			
A. <i>digitata</i>		0.8	0
Tourteau d'arachide	0	0	0
Paille de riz	30.0	33.3	23.1
DMS* (p100)			
Ration	53.4 ± 5.5	62.7 ± 2.3	52.3 ± 1.1
A. <i>digitata</i>		73.8	52.3

* Digestibilité du ligneux calculée par différence en admettant qu'il n'y ait pas d'interactions digestives.

Source : FALL, 1993

Tableau 5 : Evolution de la digestibilité de la ration en fonction du taux de feuilles de *Pithecellobium dulce*

NOMBRE D'ANIMAUX	6	6	6	6
TAUX DE LIGNEUX (p100)	0	21	40	50
RATION (p100)				
<i>P. dulce</i>	0	21.0	40.0	50.2
Tourteau d'arachide	15	12.7	9.2	7.8
Paille de riz	85	66.3	50.8	41.9
TENEUR EN MAT DE LA RATION (p100)	7.1	13.2	15.2	14.0
CONSUMMATION g/Kg P ^{0.75}				
<i>P. dulce</i>	0	10.6	21.7	24.7
Tourteau d'arachide	7.6	6.4	5.0	3.8
Paille de riz	41.9	33.4	27.6	20.6
Total	49.5	50.4	54.3	49.1
TAUX DE REFUS (p100)				
<i>P. dulce</i>	-	0.2	0.3	1.4
Tourteau d'arachide:	0	0	0	0
Paille de riz	0.5	5.7	0.9	2.9
DMS* p100				
Ration	49.7 ± 2.1	51.3 ± 2.0	50.2 ± 1.4	48.8 ± 1.5
<i>P. dulce</i>	-	51.3 ± 9.3	49.0 ± 3.6	46.6 ± 3.0

* Digestibilité du ligneux calculée par différence en admettant qu'il n'y ait pas d'interactions digestives

Source : FALL, 1993

Tableau 6 : Evolution de la digestibilité de la ration en fonction du taux de feuilles de *Combretum aculeatum*.

NOMBRE D'ANIMAUX	6	4	4	6
TAUX DE (p100) LIGNEUX	0	39	55	58
RATION (p100)				
<i>C. aculeatum</i>	0	38.7	54.9	58.1
Tourteau d'arachide	0	9	14.7	21.6
Fane d'arachide	100	52.3	30.4	20.3
TENEUR EN MAT DE LA RATION (p100 MS)	12.7	15.1	16.7	21.1
CONSOMMATION g/Kg P0.75				
<i>C. aculeatum</i>		28.4	27.7	28.2
Tourteau d'arachide	-	7.2	7.7	10.2
Fane d'arachide	62.1	40.0	15.6	10.7
Total	62.1	75.7	50.9	48.2
TAUX DE REFUS (p100)				
<i>C. aculeatum</i>	-	45.6	42.5	53.2
Tourteau d'arachide	-	0	0	0
Fane d'arachide	14.9	12.6	28.8	3.3
DMS (p100)				
Ration	55.5 ± 1.4	52.8 ± 2.5	49.5 ± 6.0	50.2 ± 3.5
<i>C. aculeatum</i>	-	43.6 ± 6.6	38.1 ± 11.0	37.4 ± 6.0

Source : FALL, 1993

Tableau 7 : Dégradabilité in sacco de la matière sèche des ligneux.

ESPECES	ORGANES	N	a p100	b p100	c h ⁻¹	ind p100	to h	Dt p100
<i>C. procera</i>	feuilles	6	30.6 ^{abc}	60.7 ^a	0.078 ^a	8.6 ^a	0.0 ^a	69.6 ^a
<i>A. indica</i>	feuilles	1	25.3 ^{abc}	60.2 ^{ab}	0.083 ^a	14.5 ^{ab}	0.0 ^a	65.5 ^a
<i>B. senegalensis</i>	feuilles	2	42.2 ^c	33.5 ^c	0.026 ^b	27.1 ^c	0.0 ^a	57.2 ^b
<i>B. aegyptiaca</i>	feuilles	2	27.0 ^{ab}	44.5 ^{bd}	0.069 ^a	28.5 ^c	0.0 ^a	53.6 ^{bc}
<i>A. digitata</i>	feuilles	1	22.7 ^{ab}	70.0 ^a	0.026 ^b	7.3 ^a	0.0 ^a	50.5 ^{bc}
<i>A. raddiana</i>	feuilles	2	29.8 ^a	52.6 ^b	0.023 ^b	17.6 ^b	0.0 ^a	48.7 ^c
<i>A. raddiana</i>	fruits	3	28.7 ^a	49.2 ^b	0.036 ^b	22.1 ^b	0.0 ^a	52.0 ^c
<i>B. rufescens</i>	fruits	1	20.9 ^{bc}	53.0 ^{abd}	0.019 ^b	26.0 ^{bc}	0.0 ^a	37.9 ^d
<i>G. senegalensis</i>	feuilles	7	30.4 ^{ab}	22.5 ^e	0.022 ^b	46.3 ^d	13.0 ^b	32.4 ^d

Les lettres différentes dans une même colonne correspondent à des différences significatives ($P < 0.05$)

N = nombre de mesures ; chaque mesure correspondant à 3 animaux et 2 répétitions.

TABLEAU 8 : Dégradabilité in sacco des matières azotées des ligneux

	Rapidly degradable fraction	Slowly degradable fraction (% N)	Undegradable fraction	Lag time (h)	Degrada- tion rate (h ⁻¹)	√ degrada- bility (%)
<u>Tropical browse plants</u>						
<i>Acacia albida</i> (pods)	49.4	40.9	9.7	.0	.135	80.2
<i>Acacia albida</i> (leaves)	19.0	40.3	40.6	.2	.024	35.3
<i>Acacia raddiana</i> (pods)	71.3	26.5	2.2	.0	.062	85.7
<i>Bauhinia rufescens</i> (leaves)	51.6	38.9	9.5	6.9	.040	66.9
<i>Guiera senegalensis</i> (leaves)	19.0	22.9	58.0	4.3	.025	27.8
<i>Balanites aegyptiaca</i> (leaves)	69.2	22.7	8.0	.0	.096	85.2
<u>Temperate forages</u>						
Cocksfoot (early stage)	21.3	73.0	5.6	.0	.083	70.6
Cocksfoot (later stage)	44.3	48.3	7.3	.0	.093	77.7
Rye-grass (3rd cutting)	33.7	49.7	16.6	.0	.112	69.8
Lucerne (1st cutting)	42.4	48.8	8.8	.0	.113	76.4
Lucerne (2nd cutting)	37.4	31.6	10.9	.0	.115	73.1
Lucerne (3rd cutting)	42.8	30.3	6.8	.0	.121	79.3
SEM	4.7	6.0	3.6	1.3	.033	3.2

Source : FALL, 1993

ligneux **calculée** par différence a **été** observée (tableaux 3, 4 et 5). Ces variations remettent en cause la **fiabilité** de la méthode de calcul de la digestibilité du ligneux par **différence** et **suggère** plutôt l'application de la méthode par **régression**. Des essais **complémentaires**, comparant les deux méthodes de calcul sont en cours pour **préciser** la **méthodologie d'évaluation** de la digestibilité des ligneux.

Dégradabilité in sacco des ligneux fourragers:

Les profils de dégradation de la matière **sèche** et des matières **azotées** totales des ligneux sont présentes aux tableaux 7 et 8 puis aux figures 2 et 3 respectivement.

Pour valider la technique in sacco, elle a **été comparée** avec la **méthode in vivo**. Une bonne corrélation entre les deux techniques a **été** observée. Le taux de disparition de la matière sèche à 96 heures (**Dég96h**) d'incubation a **été** l'indicateur le plus **précis** de la digestibilité in vivo (DVIVO) des espèces ligneuses étudiées:

$$\text{DVIVO} = 1.366 \text{ Dég96h} - 43.143$$

$$R = 0.928 \quad \text{Etr } 7.5 \quad N=7$$

Une grande variabilité des profils de dégradation a été observée. Les feuilles de *Calotropis procera* et celles d'*Adansonia digitata* sont les mieux dégradées alors que **celles** de *Guiera senegalensis* ont eu une dégradabilité médiocre.

La dégradabilité théorique de la matière **sèche** des ligneux est en étroite relation avec leur composition chimique, leur teneur en composants pariétaux en particulier. La ligno-cellulose a été l'indicateur le plus précis (tableau 9). En revanche, la teneur en tanins

Tableau 9: Relations entre la dégradabilité de la matière (Dég) sèche des ligneux et leur composition chimique.

EQUATION	N	R	ETR	
Deg = 107.1 - 0.124 NDF	20	-0.906	6.5	P<0.05
Deg = 97.3 - 0.135 ADF	20	-0.949	4.8	P<0.05
Deg = 81.0 - 0.16 ADL	14	-0.894	7.5	P<0.05
Deg = 65.1 - 1.63 T*	6	-0.603	10.96	NS

* T: tanins condensés

condensés **n'a** pas eu une influence significative sur le profil de dégradation des **espèces** ligneuses étudiées. Cela peut s'expliquer par des teneur en tanins faibles souvent inférieures à **5%**, seuil au delà duquel les effets **négatifs** des tanins sur l'ingestion et la digestion des ligneux commencent à être observés (Mc LEOD, 1974).

Le profil de dégradation des MAT des ligneux illustre la grande variabilité de la digestion des ligneux dans le rumen (figure 3). Comparés aux foins **tempérés (70<DégN<80%)**, les ligneux (**30<DégN<85**) ont eu une plage de variation plus importante. Ce profil de dégradation est sous la **dépendance** de la partition de l'azote dans les structures cellulaires (**MICHALET-DOREAU** et FALL, 1993). En effet, l'azote du contenu cellulaire est totalement et rapidement dégradé alors que l'azote **pariétal** a une dégradation lente et **incomplète** (FALL, 1993). En particulier l'azote localisé dans la lignocellulose (ADF-N) n'est pas **dégradé**; elle est en **étroite** relation avec la dégradabilité de l'azote (**DégN**) selon **l'équation**:

$$\text{DégN} = 98.3 - 1.84 \text{ ADFN} \quad R^2 = 0.98 \quad \text{Etr} = 3.6 \quad N = 6$$

INFLUENCE DES LIGNEUX SUR LA CROISSANCE DES OVINS:

Les résultats exploités concernent 6 espèces ligneuses (annexe 3). En général, l'utilisation des fourrages ligneux **a** permis de limiter les pertes de poids chez les moutons Peul-peuls. Ce sont des ressources naturelles qui doivent être utilisées en priorité pour maintenir et améliorer la **productivité** du bétail dans les régions Sahéliennes.

La **réponse** animale à la complémentation avec les ligneux varient en fonction des espèces végétales et des taux distribués aux ovins (annexe 3). Les fruits de **Samanea saman** et les feuilles de **Calotropis procera** ont donné les gains moyens quotidiens les plus importants (Gain moyen

Figure 2

Dégradation de la MS des ligneux, Comparaison avec un foin de luzerne

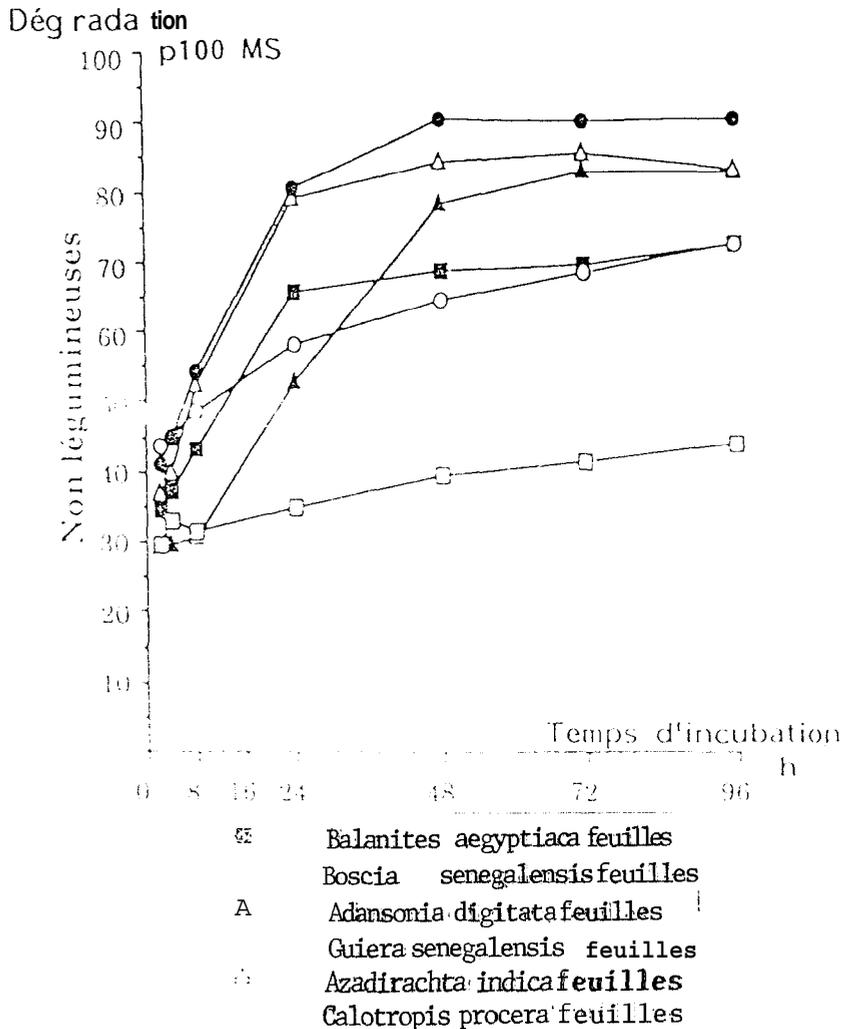
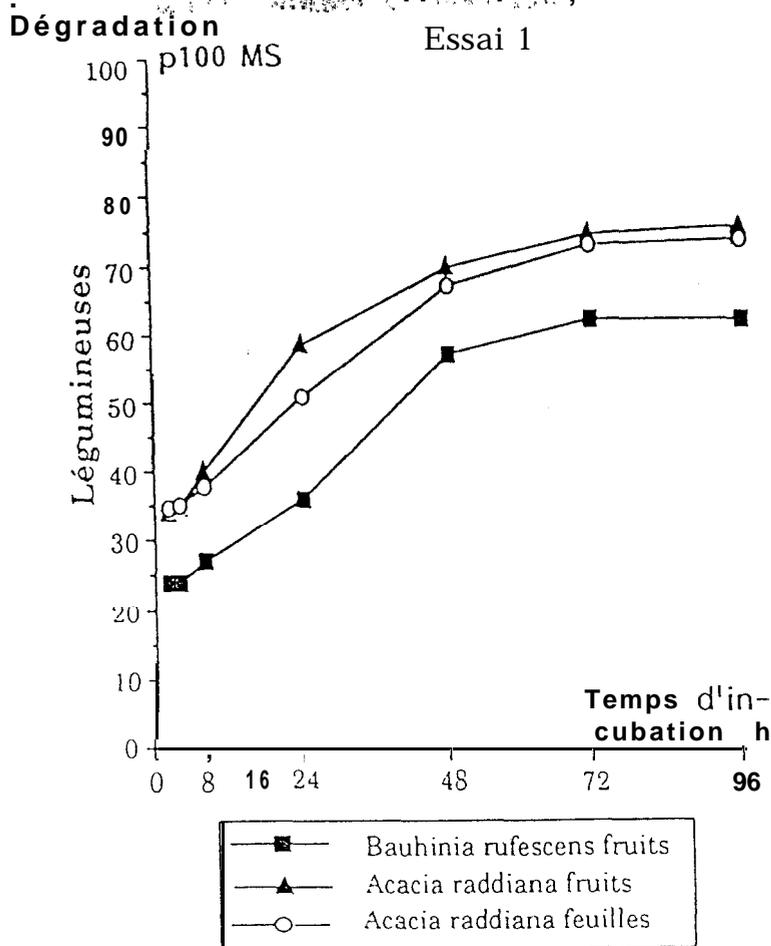
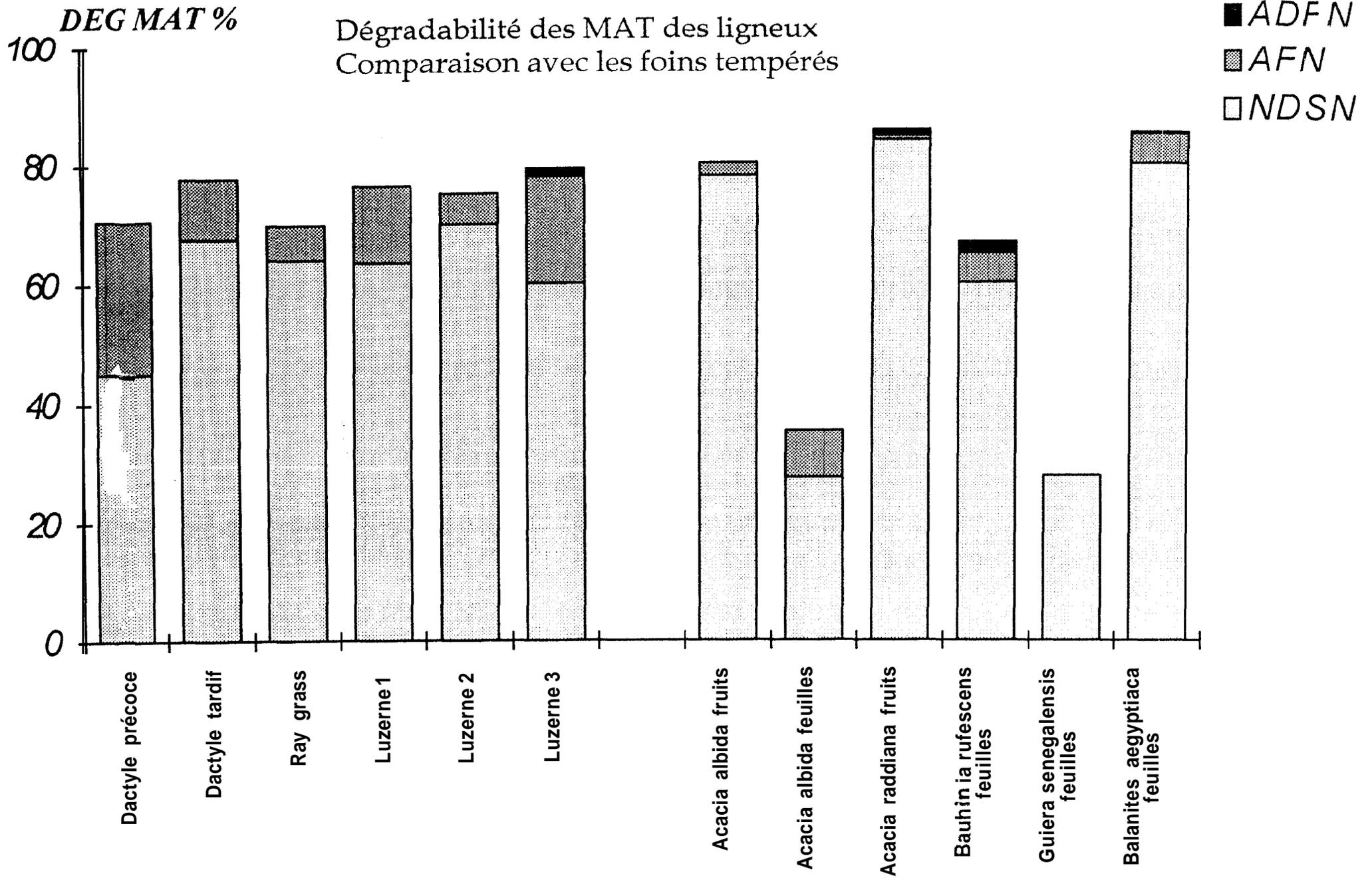


Figure 3



quotidien \approx 70g). Ces espèces peuvent être recommandées dans les ateliers d'embouche ovine. Les fruits de *Faidherbia albida* et les feuilles d'*Adansonia digitata* donnent des performances moyennes (gmq = 20 à 40g); les feuilles de *Guiera senegalensis* permettent de maintenir le poids vif des ovins (gmq = 0 à 20g) et pourraient donc être utilisables dans la **complémentation** de survie. Les feuilles de *Boscia senegalensis*, caractérisées par de fortes teneurs en azote dégradable sont pénalisées **par** une faible appétabilité. Leur **intégration** dans des rations en association avec des ingrédients appétants comme la mélasse pourrait permettre de stimuler leur consommation par les ruminants.

C O N C L U S I O N S

L'étude de la valeur nutritive des ligneux fourragers a mis en Evidence **d'importante** variations. Il semble difficile de les **caractériser** par des valeurs constantes. L'étude d'un plus grand nombre d'espèces s'avère ainsi **nécessaire** pour avoir un spectre plus large de leur caractéristiques. **Néanmoins**, le potentiel alimentaire que représente les ligneux, caractérisés par de fortes teneurs en MAT avec de faibles teneurs en parois totales, est très important en Afrique Sub-saharienne où le bétail est affecté par des carences primaires en énergie et en azote. Les facteurs antinutritionnels, les composés toxiques en particulier sont cependant les principaux facteurs limitant l'utilisation des ligneux. La ligno-cellulose s'est **révélée**

être l'indicateur le plus précis pour caractériser la digestibilité des ligneux.

Malgré la grande dispersion des **données** sur leur valeur nutritive, les ligneux peuvent en **général** limiter les pertes de poids et la mortalité des ruminants en **région** Sahélienne. Certaines **espèces** comme *S. saman*, *C. procera* peuvent être utilisées dans les programmes d'engraissement des moutons tandis que *F. albida* et *A. digitata* permettent d'obtenir une croissance **modérée** des jeunes ovins. *G. senegalensis*, **pénalisée** par des teneurs **élevées** en parois et en tanins condensés peut cependant être utilisé à faible taux dans les programmes de complémentation pour la survie des ruminants.

Des recherches plus poussées sur les composants toxiques et la digestion des ligneux (digestibilité **in vivo**, dégradabilité **in situ** dans les différents compartiments du tube digestif), sur leur influence sur la croissance des ovins sont en cours pour **améliorer** la prévision de leur valeur nutritive et **préciser** les recommandations sur leur utilisation par les éleveurs.

BIBLIOGRAPHIE :

ABT, 1990. Programme "Alimentation du bétail **tropical**" (ABT). Mesure **in vivo** de la digestibilité et des quantités ingérées par des moutons. Document collectif ISRA-IEMVT. 8p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS AOAC, 1975. Official methods of analysis, 12th Ed. AOAC. Washinuton, D.C.

BERGE P., DULPHY J.P., 1991. Etude des interactions entre fourrage et aliment concentré chez le mouton. II. Facteurs de variation de la digestibilité. Ann. Zootech., 40: 227-246.

CRAIG G.F., BELL D.T. and ATKINS C.A., 1991. Nutritional characteristics of selected species of Acacia growing in natural saline areas of Western Australia. Austr. J. Exp. Agric., 31: 341-345.

DEMARQUILLY C., BOISSEAU J.M., 1976. Méthode de mesure de la valeur alimentaire des fourrages. Note Technique. INRA, Theix. 6p.

DEVENDRA C. ed, 1989. Shrubs and tree fodders for farm animals. Proc. workshop Denpasar, Indonesia: 42-60.

DHANOA M.S., 1988. Research note on the analysis of dacron bag data for low degradability feeds. Grass Forage Sci., 43: 441-444.

DICKO M.S. et SANGARE M., 1984. Le comportement alimentaire des ruminants domestiques en zone Sahélienne. In: Proc. IInd Int. Ranae. Congr. Adelaïde Australie: 13-18.

D'MELLO J.P.F., 1992. Chemical constraints to the use of tropical legumes in animal nutrition. Anim. Feed Sci. Technol., 38: 237-261.

FALL S.T., 1989. Utilisation d'Acacia *albida* et de *Calotropis procera* pour améliorer la ration des petits ruminants au Sénégal. In: African Small Ruminant Research and Development. R.T. Wilson and A. Melaku eds. ILCA Addis Abeba: 156-166.

FALL S.T., 1990. Improvement of nitrogen level in ruminant's diets based on cereal straws: the problem of dissemination of research results on utilization of urea and browse plant as nitrogen sources. In: Utilization of research results on forage and agricultural by-product materials as animal feed resources in Africa. B.H. Dzowela, A.N. Said, A. Wendem-Auenehu and J.A. Kateqile eds. ILCA Addis Abeba: 757-769.

FALL S.T., 1991. Digestibilité in vitro et dégradabilité in situ dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels au Sénégal. Premiers résultats. Rev. Elév. Méd. vét. Pays trop., 44: 345-354.

FALL-TOURE S. and **MICHALET-DOREAU B.** 1993. Comparative ruminal nitrogen degradability of tropical browses and temperate forages. Proc. XVIIIth Int. Grassld. Conar.: 2054-2055.

FALL-TOURE s., 1993. Arbres et arbustes fourragers dans l'alimentation des ruminants en zones Sahéliennes et Soudanienne. Valeur nutritive **d'espèces appréciées** au Sénégal. In: Proc. IVth Int. Ransld Conar., Montpellier France: 654-657.

FALL S.T., **FRIOT D.**, **RICHARD D.**, 1993. Etude de la valeur nutritive de cinq espèces ligneuses d'Afrique de l'ouest: leur aptitude à améliorer les rations à base de fourrages pauvres distribuées aux ovins. Bull. Res. Africain d'Alim. Bétail. ILCA 3: 1-10.

FALL S.T., 1993. Valeur nutritive des fourrages ligneux. Leur rôle dans la **complémentation** des fourrages pauvres des milieux tropicaux. Thèse Doct. Univ. Sces Tech. Languedoc ENSAM Montpellier France. 150p.

FALL S.T., **FRIOT D.**, 1994. Améliorer l'intégration des ligneux fourragers au **système** d'alimentation des ruminants domestiques en zone Sahélienne. In: actes du séminaire sur les systèmes aaraires et agriculture durables en Afriaue Sub-Saharienne. IFS Cotonou Fev. 1994. Sous presse.

FALL S.T., **FRIOT D.** et **RICBARD D.**, 1994. Complémentation des races ovines des zones Sahéliennes: utilisation des ligneux fourragers. In: CD-ROM; CIRAD AUPELF éd. 16 p. Documentsoumis.

GOERING H.K. and **VAN SOEST P.J.** 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, Reagents, **Procedures** and some applications). Agriculture Handbook 379 USDA. 20p.

GRILLET C., 1992. Dosage des tanins dans les fourrages ligneux. Mise au point de techniques. Rapport **préliminaire.** Note **technique** IEMVT. Maisons-Alfort. France. 17p.

GUERIN H., 1987. Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels **Sahéliens** et Sahdlo-Soudaniens: Etude méthodologique dans la **région** du Ferlo au **Sénégal**. Thèse Doct. Ing. Agro. ENSA Montpellier. 211p.

GUERIN H., **TOUTAIN B.** and FALL **S.T.**, 1992. Nutritive value of ligneous forage in West Africa. In: R. De Jong, J. Van Bruchem and Nolan T. eds. Natural resources development and utilization, CTA IAC Wageningen: 106-110.

KEARL L.C., 1982. **Nutrient** requirements of ruminants in the developping countries. Internationnal Feedstuff Institute Publ. Utah Agriculture Experiment station. Utah State University, Logan, UT. 381p

KONE **A.R.**, 1987. Valeur nutritive des ligneux fourragers des **régions Sahélienne** et Soudanienne d'Afrique occidentale. Recherche d'une méthode simple d'estimation de la **digestibilité** et de la valeur azotée. Thèse Doct. 3e Cycle. Univ. P.& M. Curie. Paris VI. 131 p.

LECHNW-DOLL **M.**, RUTAGWENDA **T.**, SCHWARTZ **H.J.**, SCHULTKA **W.**, and ENGELHARDT **W.V.**, 1990. Seasonal changes of ingesta mean retention time and forestomach fluid volume in indigenous camel, cattle, sheep and goats grazing a thornbush Savannah pasture in Kenya. J. Aaric. Sci., 115: 409-420.

LE **HOUEROU H.N. ed.**, 1980. Ed. Browse in Africa. The **current** state of knowledge. ILCA

Mc LEOD M.N., 1974. Plant tannins - Their role in forage quality. Nutr. Abstr. Rev., 44: 803-815

MEURET M., **DARDENNE P.**, **BISTON R.** and **POTY O.**, 1993. The use of NIR in predicting nutritive value of Mediterranean tree and shrub foliage. J. Near Infrared Spectrosc., 1: 45-54.

MICHALET-DOREAU B., **VERITE R.** et **CHAPOUTOT P.**, 1987. **Méthodologie** de mesure de la **dégradabilité** in sacco de l'azote des aliments dans le rumen. Bull, Tech. CRZV Theix, INRA France 69: 5-7.

MICHALET-DOREAU B. and OULD BAH M.Y., 1989. Estimation of the extent of bacterial contamination in bag residue and its influence on in sacco measurements of forage nitrogen degradation in rumen. In: Proc. XVth Int. Grassld Congr.: 909-910.

MICHALET-DOREAU B., FALL TOURE s., 1993. Ruminant N degradation of browse and temperate forages and partition of N into carbohydrates. Ann. Zootech., 42: 140.

MINSON D.J., 1981. The measurement of digestibility and voluntary intake of forage with **confined** animals. In: J.L. Wheeler and R.D. Mochrie Eds., Forage evaluation: Concept and Techniques, Melbourne CSIRO: 159-174.

ORSKOV E.R., DE B. HOWELL F.D. and MOULD F., 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5: 195-213

RIVIERE R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, Min. Coop, Manuels et Précis d'Élevage N°9: 472-481.

SAS, 1985. SAS User's guide: Statistics. Version 5 Cary, NC: SAS Institute Inc.

SAUVANT D., GIGER s., 1989. Straw digestibility calculation and digestive interactions. In: M. Chenost and P. Reiniger Eds. Evaluation of straws in ruminant feedina.: 47-61

SCALBERT A., MONTIES B., JANIN G., 1987. Comparaison de **méthodes de dosage** des tanins: application à des bois de **différentes** espèces. 2e colloque Sciences et Industries du bois. Tome II, Thèmes 3, 4 et 5.

Ce travail a été effectué **grâce** au financement de la Fondation Internationale pour la Science (Bourse FIS N° B / 1107 / 02.; et de la **Communauté** Economique Européenne Convention SDT2 215.

Ce rapport **résume** un travail **d'équipe** auquel ont contribué les techniciens du service d'alimentation du LNERV-ISRA de DAKAR;

Melle C. GRILLET a effectué le dosage des tanins condensés au CIRAD-EMVT (France);

Mme B. M. **DOREAU** a contribué au traitement des données au laboratoire des aliments INRA SRNH Centre de **Clermont-Ferrand Theix** (France).

R. **Cordesse** (**ENSA** Montpellier, France), C. Demarquilly (INRA SNRH, Centre de Clermont-Ferrand Theix, France), **H.Guérin** (EMVT, Maisons-Alfort France) et M. Meuret (INRA, Avignon, France) ont participé à la revue critique des protocoles expérimentaux.

Les auteurs leur expriment leur profonde gratitude.

Ce travail est dédié à la mémoire de feu notre collègue
Amangoné NDoye.

A N N E X E 1

**C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E D E S
L I G N E U X F O U R R A G E R S**

ANALYSE CHIMIQUE DE DIVERS LIGNEUX DU SENEGAL - CALCUL DES MOYENNES PAR ORGANES

HM, NAT, NDF, ADF et LIG en g/kg sec - Cu, Zn, Na et Mn en mg/kg sec - K, Ca, Mg et P en g/kg sec

ESPECES	ORGANES	N	HM	NAT	NDF	ADF	LIG	Cu	Zn	Mg	Na	K	Mn	P	Ca
Acacia adansonii	Feuilles	4	95	152			7.3	38.6	0.24	533	1.1	126	2.10	14.59	
Acacia adansonii	Fruits	3	50	128			4.9	25.7	0.18	27	1.1	66	1.49	1.56	
Acacia albida	Feuilles	4	99	152	396	296	7.3	29.3	0.33	832	1.1	63			
Acacia albida	Gousses	5	44	113	395	221	4.5	19.1	0.1%	953	1.4	19	1.63	3.39	
Acacia ataxacantha	Feuilles	2	55	142			7.2	15.2	0.42	111	13.3	330	0.84	11.48	
Acacia nilotica	Feuilles	2	120	129	246	204	46	9.5	31.9	0.13	613	0.8	67	1.10	18.98
Acacia nilotica	Gousses	1	49	120				6.0	4.4	0.17	947	1.1	100	1.71	5.99
Acacia raddiana	Feuilles	17	125	181	361	280	199	3.7	29.0	0.42	448	1.2	124	1.57	23.57
Acacia raddiana	Gousses	8	61	180	455	327	136	3.4	38.5	0.29	41	1.6	48	3.35	7.24
Acacia senegal	Feuilles	10	113	256			5.5	25.7	0.44	531	1.2	123	1.92	20.58	
Acacia senegal	Gousses	2	76	191			5.6	20.6	0.32	166	75.6	106	1.58	13.78	
Acacia seyal	Feuilles	9	107	186			5.8	30.6	3.42	520	1.1	78	1.81	21.93	
Acacia seyal	Fruits	1	67	200			6.1	25.4	0.57	15	1.3	86	2.93	13.62	
Acacia seyal	Jeunes pousses	1	73	192	207	146		7.5	27.4	0.24	81	1.3	30	2.37	16.54
Cassia sieberiana	Feuilles	3	55	155			7.4	20.0	0.26	148	278.6	179	1.19	9.72	
Adansonia digitata	Feuilles	9	110	162	467	272	116	9.6	27.6	0.70	769	40.1	96	2.29	24.93
Albisia chevalieri	Feuilles	3	79	172	748	630		5.8	23.3	0.73	159	0.4	125	0.94	12.45
Annona senegalensis	Feuilles	3	71	141	621	528		10.9	22.1	0.24	94	0.7	97	1.03	12.53
Anogeissus leiocarpus	Feuilles	5	77	115	420	314		13.0	46.6	0.40	181	0.5	74	0.98	19.55
Anogeissus leiocarpus	Jeunes pousses	1	73	189	426	310	137	10.0	23.9	0.30	261	1.5	105	1.70	15.92
Azadirachta indica	Feuilles	8	107	192	393	299	188	10.6	41.4	0.33	388	2.0	27	1.93	25.19
Baissea multiflora	Feuilles	1	89	124			5.6	12.9	0.63	73	2.2	543	0.90	12.98	
Balanites aegyptiaca	Feuilles	22	151	195	346	219	33	5.8	20.0	0.59	2971	2.9	117	1.41	27.63
Bauhinia rufescens	Feuilles	16	92	161			12.1	30.8	0.46	416	1.1	189	1.46	22.66	
Bauhinia rufescens	Gousses	16	41	126			7.3	26.1	0.29	262	1.2	51	1.80	5.70	
Bauhinia rufescens	Jeunes pousses	1	74	172			11.6	33.1	0.48	331	103.1	174	1.92	13.59	
Bombax costatum	Feuilles	3	112	134	376	250		6.9	35.1	0.56	310	0.6	113	1.27	16.43
Boscia senegalensis	Feuilles	19	162	219	489	304	103	3.9	46.8	36.46	55	30.7	98	0.96	8.39
Boscia senegalensis	Fruits	4	48	213				3.0	31.8	0.15	312	1.5	34	1.22	2.33
Calotropis procera	Ecorces	1	164	67										1.49	16.56
Calotropis procera	Feuilles	19	260	159	290	217	116	6.7	36.4	1.74	8771	3.5	267	2.22	26.07
Calotropis procera	Fruits	3	143	141	239	83		9.6	31.7	0.79	8311	4.2	109	2.96	9.82

ESPECES	ORGANES	N	HH	MAT	NDF	ADF	LIG	Cu	in	Mg	Na	K	Mn	P	Ca	
Combretum aculeatum	Feuilles	3	114	162				10.4	28.1	0.29	174	1.4	532	1.84	21.43	
Combretum aculeatum	Fruits	1	65	180										2.13	4.20	
Combretum glutinosum	Feuilles	21	65	113	465	299		7.2	23.9	0.31	153	1.0	445	1.57	10.44	
Combretum glutinosum	Jeunes pousses	1	74	174	429	281	74	5.5	31.9	0.43	81	1.1	796	2.14	12.15	
Combretum lecardii	Feuilles	2	66	112	658	648		7.7	13.6	0.38	118	0.5	223	0.99	13.07	
Combretum micranthum	Feuilles	11	67	173	543	433		5.1	25.6	3.32	161	0.8	1556	2.47	12.27	
Combretum nigricans	Feuilles	11	39	124				11.8	23.2	0.33	601	1.2	485	1.19	8.83	
Combretum nigricans	Jeunes pousses	2	54	99		359	278	9.0	26.8	0.40	131	36.6	452	1.15	7.47	
Cordyla pinnata	Feuilles	3	67	153	691	514		10.7	45.8	0.45	150	1.2	68	1.30	8.77	
Dalbergia melanoxylon	Feuilles	1	109	144										1.25	25.91	
Dichrostachys cinerea	Feuilles	1	93	160				13.2	14.3	0.42		0.7	21	0.73	17.97	
Diospyros mespiliformis	Feuilles	3	ES	129	569	508		8.8	20.5	0.35	92	0.7	36	1.15	13.40	
Diospyros mespiliformis	Jeunes pousses	1	73	170				10.9	26.9	0.25		1.3	28	2.16	8.67	
Feretia apodanthera	Feuilles	5	104	113	576	494		8.9	19.0	0.72	348	0.9	85	1.10	12.97	
Ficus capensis	Feuilles	1	129	94				4.3	15.7	0.66	272	0.7	61	0.54	23.23	
Ficus sycomorus	Feuilles	2	146	125				8.2	20.3	0.68	143	4.7	105	1.03	26.49	
Glyricidia sepium	Feuilles	3	108	206	394	292		4.5	28.4	0.62	25	1.6	55	2.02	40.47	
Grewia bicolor	Feuilles	11	117	165				10.9	28.4	8.44	436	1.2	130	1.42	24.37	
Grewia bicolor	Fruits	1	63	77				10.0	20.9	8.21	995	0.9	33	1.79	11.25	
Grewia bicolor	jeunes pousses	1	125	173				13.4	32.3	0.38	156	233.6	46	3.32	24.01	
Grewia tenax	Feuilles	3	95	110	581	410		9.3	29.3	0.52	122	0.3	560	0.99	16.86	
Guiera senegalensis	Feuilles	36	75	109	615	517		307	10.0	29.0	0.39	315	0.7	548	1.40	10.73
Guiera senegalensis	Fleurs	1	62	128				11.6	37.0	0.16	234	1.3	122	1.79	5.35	
Hannoa undulata	feuilles	1	32	111				2.4	6.7	0.45	87	0.9	66	0.63	5.44	
Heeria insignis	Feuilles	3	39	109	575	552		5.6	23.4	0.40	96	19.3	159	1.07	10.35	
Heeria insignis	Jeunes pousses	2	57	157	581	482		8.8	29.7	0.26	71	0.8	126	2.117	8.20	
Hexalobus monopetalus	Feuilles	2	98	108	602	458		3.6	16.7	0.19	63	0.5	81	1.14	10.87	
Holarrhena floribunda	Feuilles	1	61	169				16.1	14.9	0.65	109	0.9	523	1.04	11.32	
Hymenocardia acida	Feuilles	2	45	70	636	534		4.5	16.5	0.35	170	0.4	449	0.61	9.49	
Icacina oliviformis	Feuilles	1	80	116				13.6	22.0	0.34	362	0.9	112	0.55	19.11	
Lannea acida	Feuilles	2	94	95	585	576		6.8	27.0	0.43	366	0.4	186	0.70	12.70	
Maerua angolensis	Feuilles	2	151	205				6.9	11.3	0.72		1.3	36	0.67	29.57	

ESPECES	ORGANES	N	MM	MAT	NDF	ADF	LIG	CU	Zn	Mg	Na	K	Mn	P	Ca
Mitragyna inermis	Feuilles	3	75	127	606	441		10.5	27.8	0.38	339	1.5	1771	0.88	10.43
Parkia biglobosa	Feuilles	2	78	121				5.0	34.0	0.27	256	1.1	56%	0.58	16.76
Piliostigma reticulata	Feuilles	7	82	98	745	619		10.0	21.4	0.25	376	0.9	110	1.14	16.48
Piliostigma thoningii	Feuilles	3	61	100	563	452		11.2	21.8	0.32	177	0.5	104	0.94	14.36
Prosopis africana	Feuilles	4	46	144	745	620		6.8	36.2	0.27	106	0.6	491	0.79	5.05
Prosopis juliflora	Feuilles	2	12%	204				11.1	43.3	0.52	1464	1.1	95	2.10	20.10
Pterocarpus erinaceus	Feuilles	4	69	163	479	349		13.2	34.5	0.53	594	56.2	141	0.97	13.95
Samanea saman	Feuilles	3	81	235										1.84	20.27
Samanea saman	Goussees	2	46	149										1.49	2.42
Sclerocarya birrea	Feuilles	16	115	193	408	382		4.6	20.8	0.72	377	0.6	61	1.12	30.41
Sclerocarya birrea	Fruits	1	72	126				4.5	15.2	0.96	108	1.2	35	1.71	13.71
Securidaca longepedunculata	Feuilles	4	91	172	391	251		12.6	37.8	0.25	155	0.4	429	1.21	4.29
Securidaca longepedunculata	Jeunes pousses	1	30	131				4.9	28.8	0.19	219	65.5	225	2.16	1.86
Securinega viroza	Feuilles	3	107	163	313	195		8.0	11.3	0.54	58	1.4	130	1.11	25.67
Sesbania rostrata	Feuilles	1	134	322				8.1	49.5	0.40	5809	110.4		2.26	18.01
Sesbania rostrata	Tiges	1	53	71				5.1	23.0	0.12	6671	1.1	25	1.21	4.37
Strychnos spinosa	Feuilles	1	117	60				4.0	8.4	0.59	119	0.2	2481	1.02	30.08
Tamarindus indica	Feuilles	2	126	141	532	426		9.9	54.3	0.38	201	0.6	43	0.94	25.00
Terminalia avicennioides	Feuilles	2	55	104	587	523		8.4	25.2	0.32	60	0.6	215	1.18	3.26
Terminalia macroptera	Feuilles	1	53	108				11.6	7.7	0.28	38	0.4	186	0.78	11.84
Vitex nadiensis	Feuilles	3	44	127	540	419		4.4	62.1	0.73	84	0.4	1139	0.96	11.94
Ziziphus mucronata	Feuilles	1	135	145	474	328		5.6	30.5	0.43	314	0.3	278	1.13	23.56
Ziziphus mauritiana	Feuilles	9	87	168	559	439		6.3	31.6	0.41	161	1.3	182	3.36	21.27
Ziziphus mauritiana	Fruits	1	108	135				4.5	15.2	0.16	599	1.5	97	1.41	22.60

A N N E X E 2

DIGESTIBILITE IN VIVO DE
RATIONS A BASE DE LIGNEUX
DISTRIBUEES AUX MOUTONS PEUL-
PEUL

Annexe 1: Digestibilité in vivo de rations à base de ligneux

N°	RATIONS CONSOMMEES % MS	*DIGESTIBILITE DES RATIONS %		
		DMS	DMO	DMA
1	C.procera f 8 foin** 83 tourteau*** 9	52.2	ND	62.8
2	C.procera f 11.5 foin 76 tourteau 12.5	48.3	50.1	65.5
3	C.procera f 15.7 foin 73.5 tourteau 10.8	51.4	53.5	67.1
4	C.procera f 19.1 foin 69.5 tourteau 11.3	50.6	51.6	60.0
5	G.senegalensis f 8 foin 84 tourteau 8	46.2	47.1	54.2
6	G.senegalensis f 8 foin 85 tourteau 7	52.1	53.5	65.2
7	G.senegalensis f 14.9 foin 74.7 tourteau 10.3	52.6	55.3	51.3
8	G.senegalensis f 15 foin 77 tourteau 8	47.5	49.0	54.8
9	G.senegalensis f 16 foin 76 tourteau 8	46.6	47.1	54.1
10	G.senegalensis f 33 paille**** 51 tourteau 16	43.9	47.8	52.1
12	G.senegalensis f 42.3 foin 45.7 tourteau 12.0	43.4	45.6	43.7
13	G.senegalensis f 85 tourteau 15	35.0	ND	ND
14	G.senegalensis f 100	10.3	12.5	70

15	B.senegalensis	f	2.6	47.0	48.5	63.4
	foin		85			
	tourteau		12.8			
16	B.senegalensis	f	4.7	53.3	ND	ND
	paille		79.8			
	tourteau		15.5			
17	B.senegalensis	f	10.3	50.4	51.6	62.0
	foin		79.4			
	tourteau		10.5			
18	B.rufescens	fr	18.4	50.7	51.8	56.2
	foin		70			
	tourteau		11.8			
19	A.raddiana	fr	50.3	55.5	57.3	61.3
	foin		39.5			
	tourteau		10.2			
20	A.raddiana	fr	52	57.1	58.6	66.1
	foin		37.4			
	tourteau		10.6			
21	A.albida	fr	29.3	53.4	57.3	69.8
	paille		56.1			
	tourteau		14.6			
22	A.albida	fr	30	ND	ND	ND
	Paille		59.5			
	Tourteau		10.5			
23	A.albida	fr	50	52.7	56.8	56.0
	Paille		42.5			
	Tourteau		7.5			
24	A.albida	fr	51	57.2	ND	ND
	paille		49			
25	A.albida	frb	52	55.4	ND	ND
	paille		48			
26	A.albida	fr	70	50.1	52.8	44.2
	Paille		25.5			
	Tourteau		4.5			
27	A.albida	f	55	40.0	42.7	26.5
	paille		33.8			
	tourteau		11.2			
28	A.digitata	f	37.0	62.7	65.9	67.9
	paille		43.9			
	tourteau		19.1			
29	A.digitata	f	48.6	52.3	ND	ND
	paille		41.6			
	tourteau		9.8			

30	A.indica	f	17.3	52.0	54.9	68.0
	paille		64.5			
	tourteau		18.2			
31	G.sepium	f	43	52.5	55.4	65.7
	paille		47.4			
	tourteau		9.6			
32	C.aculeatum	f	38.7	52.8	55.5	56.5
	Fane		52.3			
	tourteau		9.0			
33	C.aculeatum	f	50	46.5	53.2	36.1
	Fane		44.8			
	tourteau		5.2			
34	C.aculeatum	f	54.9	49.5	48.9	53.5
	Fane		30.4			
	tourteau		14.7			
35	C.aculeatum	f	58.1	50.2	53.5	60.7
	Fane		20.3			
	tourteau		21.6			
36	B.aegyptiaca	f	50.3	54.8	60.2	64.8
	Paille		44.7			
	tourteau		5.0			
37	P.dulce	f	21	51.3	58.6	64.3
	Paille		66.3			
	tourteau		12.7			
38	P.dulce	f	40	50.2	57.4	66.0
	Paille		50.8			
	tourteau		9.2			
39	P.dulce	f	50.2	48.8	54.4	66.7
	Paille		41.9			
	tourteau		7.8			
40	P.dulce	f	57.6	54.1	59.6	67.0
	Paille		35.9			
	tourteau		6.5			
41	P.dulce	f	57.1	50.5	56.3	62.0
	Paille		36.4			
	tourteau		6.5			
42	S.saman	fr	30.6	ND	ND	ND
	Paille		56.8			
	Tourteau		12.6			
43	A.lebbeck	fv	50.6	48.0	55.7	69.4
	Paille		41.9			
	Tourteau		7.6			

44	A.lebbeck f	49.9	49.3	56.1	64.8
	Paille	42.6			
	Tourteau	7.5			

f feuilles

fv feuilles vertes

fr fruits

frb fruits **broyés**

*Digestibilité

DMS: Digestibilité de la matière sèche

DMO: Digestibilité de la matière organique

DMA: **Digestibilité** de la matière azotée

** foin de brousse de saison **sèche** froide **récolté** à Dahra

*** **tourteau** d'arachide

**** paille de riz

ND non déterminé - calculs en cours

A N N E X E 3

**U T I L I S A T I O N D E S L I G N E U X D A N S L A
C O M P L E M E N T A T I O N D E S O V I N S**

**Extrait d'une publication soumise au CIRAD CD ROM
Février 1994**

COMPLEMENTATION DES RACES OVINES DES REGIONS SOUDANIENNES ET
SAHELIENNES: Utilisation des arbres fourragers.

SAFIETOU T. FALL¹, DOMINIQUE FRIOT¹, DIDIER RICHARD²

¹ ISRA LNERV BP 2057 DAKAR.

² CIRAD EMVT 2477, Avenue du Val de Montferrand BP 5035 34032
MONTPELLIER Cedex 1 FRANCE.

RESUME:

La productivité des ovins est encore faible dans les régions semi-arides d'Afrique Occidentale. Les déséquilibres nutritionnels responsables en partie des maladies de carences et favorisant **l'endémicité** des maladies parasitaires et infectieuses peuvent être corrigés par une complémentation adéquate.

Les ligneux offrent une source d'azote et d'énergie utilisables pour améliorer l'état nutritionnel des moutons. Une **étude** synoptique du potentiel alimentaire qu'ils représentent est présentée.

La digestibilité in vivo des ligneux, **calculée** par différence, varie en fonction de leur taux d'incorporation dans la ration alimentaire. Les digestibilités les plus **élevées** sont obtenues **avec** de **faibles** taux de **20 à 30%** de ligneux.

Les résultats d'essais alimentaires étudiant l'influence de quatre espèces ligneuses, ***Faidherbia albida*, *Calotropis procera*, *Guiera senegalensis*, *Adansonia digitata* et *Boscia senegalensis***, associées au tourteau d'arachide sur la croissance de jeunes moutons de race Peul-peul ont permis d'apprécier leur **efficacité** zootechnique.

Une variation de la **réponse** animale en fonction du type de ligneux et de son taux dans la ration alimentaire a été observée. Ces résultats sont en concordance avec les variations de la digestibilité in vivo des ligneux. Ils justifient les recherches en cours au LNERV (Dakar, Sénégal) visant à confirmer l'existence d'interactions digestives associées à la digestion des rations à base de ligneux.

INTRODUCTION

Les petits ruminants, les ovins en particulier, sont nourris sur pâturages naturels dans les systèmes traditionnels en Afrique Soudanienne et Sahélienne. Leur régime alimentaire est basé sur des fourrages pauvres et, si les races caprines arrivent à améliorer leur alimentation par un tri plus importants, les ovins sont par contre plus sensibles à la rareté du fourrage de **qualité**. Leur **productivité** est faible et ils sont frappés par **d'importantes** carences alimentaires responsables de la prévalence de maladies nutritionnelles mais favorisant aussi l'expansion de maladies parasitaires et **bactériennes**.

L'élevage a un caractère extensif dans les **régions Sub-sahariennes** d'Afrique Occidentale. La gestion de la production ovine est **caractérisée** par la mobilité des troupeaux et un taux d'exploitation assez faible. Une amélioration des paramètres de la production passe **par** une alimentation optimale des troupeaux ovins.

Si les producteurs sont bien convaincus de la **nécessité** de mener un plan de complémentation, beaucoup d'aspects techniques et économiques restent encore à être maîtrisés pour une **amélioration** effective du bilan des ateliers d'engraissement (FALL et al., 1993). **D'importants** acquis sont disponibles concernant la connaissance de la valeur nutritive des concentrés. Les **modalités** de leur incorporation dans les rations devraient être précisées **par** une meilleure compréhension de leur mécanisme de digestion. En ce qui concerne les ligneux fourragers, l'optimisation de leur utilisation passe **par** une maîtrise de leur composition chimique et des facteurs limitants leur ingestion et leur digestion par les ruminants domestiques.

Notre objectif est d'apprécier le potentiel alimentaire que représentent les ligneux et leur aptitude à rehausser la valeur nutritive du **régime** des ovins. Nous tenterons également d'étudier les aspects **économiques** de l'utilisation des ligneux dans les programmes de complémentation des ovins en zone Sahélienne.

I. DISPONIBILITE E T VALEUR NUTRITIVE DES COMPLEMENTS UTILISABLES:

Pour améliorer l'alimentation des ovins, les compléments utilisables sont les sous-produits concentrés et les ligneux fourragers.

Les concentrés sont des aliments nobles qui contribuent beaucoup à la survie et au maintien des petits ruminants en zone Sahélienne.

Le rôle des ligneux dans la stabilité des écosystèmes des **pays** tropicaux est bien connu. Bien **que** des progrès significatifs soient accomplis dans le domaine de leur utilisation pour améliorer l'état nutritionnel des ruminants domestiques, leur contribution demeure cependant mieux appréhendée des points de vue agronomique et sylvicole que pastoral.

1 1. Disponibilité et Valeur Nutritive des ligneux en zone Sahélienne:

1 1 1. Biomasse ligneuse et accès au fourrage arbustif pour les ovins.

Les arbres fourragers jouent un rôle **très** important dans les écosystèmes Sahéliens. Leur prise en compte dans la gestion des parcours demeure cependant limitée par une faible connaissance de leur biomasse. Des études ont été faites dans les années 80 qui rendaient compte d'une productivité primaire variable en fonction des espèces végétales et des caractéristiques géoclimatiques de la zone. Ces variations sont d'ailleurs difficiles à maîtriser.

Des estimations moyennes, en milieu Sahélien, ont été effectuées **par** application de méthodes directes **et/ou** indirectes (BILLE, 1980; HIERNAUX, 1980; CISSE, 1980a; BREMAN et RIDDER, 1980). Dans le milieu naturel, la biomasse ligneuse varie de 40 à 5400 Kg MS / ha (BREMAN et RIDDER, 1991) alors qu'en Asie, les légumineuses cultivées peuvent atteindre 17 tonnes de MS à l'hectare pour certaines **espèces** (PEZO et al., 1989).

Seule une partie limitée de cette phytomasse, de l'ordre de 35% de la biomasse ligneuse totale (BREMAN et RIDDER, 1991), est ingérée par les ruminants en **général**, les ovins en particulier. Il existe une importante déperdition de fourrages arbustifs par l'effet des feux de brousse ou par dispersion par les vents. Les efforts de récupération de cette litière de

des animaux et également, **d'apprécier** leur acceptabilité par les ruminants.

La **méthodologie** d'étude de la **digestibilité in vivo** des ligneux a **été étudiée** au LNERV. L'influence du taux de ligneux dans la ration et de son mode de conditionnement **par** comparaison de l'état frais et de l'état sec **a été étudiée**.

La digestibilité **in vivo** des ligneux fourragers semble être **différente** de celle des fourrages classiques. En effet, la plupart des espèces ligneuses ne peuvent constituer la **totalité** de la ration alimentaire des ruminants. Il est donc souvent nécessaire de les intégrer dans des rations comportant d'autres **ingrédients**. Mais il peut y avoir une non additivité entre certaines espèces ligneuses et les aliments de base auxquels ils sont associés dans les rations distribuées aux ovins (FALL, 1993). Cette non-additivité traduit l'existence de phénomènes d'interactions digestives ou phénomènes associatifs bien connus pour les rations contenant des concentrés (KROMANN, 1973; BERGE, 1982; BERGE et DULPHY, 1991)

La non additivité des ligneux avec les autres **composants** de la ration a pour **conséquence** la non **validité** de la méthode de calcul de la digestibilité du ligneux par **différence**. La méthode par **régression** avec l'application de plusieurs taux en vue de préciser le niveau optimal d'inclusion de ces ligneux dans la ration des ruminants **semble être plus fiable**. Cette méthode a aussi l'intérêt de visualiser **l'existence** d'interactions digestives éventuelles et de préciser le taux optimal à appliquer dans un programme de complémentation.

Les premiers résultats obtenus au LNERV montrent une grande variabilité de la digestibilité des **ligneux**. Ils **suggèrent** l'application de faibles taux de ligneux, 30 p100 en moyenne, pour obtenir une **bonne** utilisation digestive de l'azote sans déprimer la digestion des composants pariétaux (FALL, 1993).

1 2, Disponibilité et valeur nutritive des concentrés:

Les sous produits de traitement des oléagineux, des céréales ou de la canne à sucre sont des ressources alimentaires nobles qui pourraient nettement améliorer l'état nutritionnel des ruminants domestiques en zone Sahélienne.

Notre objectif n'est **pas** de faire une revue bibliographique de leur valeur nutritive qui est bien connue (RIVIERE, 1978; INRA, 1978; KEARL, 1983; RICHARD et al., 1989) et leur aptitude à **complémenter** les rations des ovins ne fait pas de doute.

Le principal facteur qui **limite** l'utilisation des concentrés dans les **élevages** traditionnels est leur

accessibilité, la majeure partie de ces aliments étant exportés ou faisant l'objet d'une importante spéculation locale. Ils ont également des **problèmes** de détérioration de la **qualité** par une mauvaise conservation ou l'adjonction frauduleuse de produits non alimentaires. Leur efficacité zootechnique est limitée par une utilisation anarchique quand ils sont localement disponibles (FALL et al., 1993). Une formation des éleveurs à l'utilisation des concentrés dans des rations équilibrées ne se justifierait que par l'existence de quantités significatives dans les zones de production.

L'étude in sacco de la cellulolyse et la protéolyse (FALL et al., 1993) montre également le rôle du taux de concentrés dans la capacité cellulolytique des microorganismes. Des rations à fort taux de concentrés défavorisent la digestion des composants pariétaux (ORSKOV, 1983) qui sont les principaux constituants des régimes des ruminant en zones **Soudano-Sahéliennes**.

II, INFLUENCE DES LIGNEUX SUR LA CROISSANCE DE JEUNES OVINS:

Pour étudier l'influence des ligneux sur la croissance de jeunes ovins, des essais alimentaires d'une durée moyenne de 80 jours dont 15 jours d'adaptation ont été menés au LNERV de Dakar de 1987 à 1991.

Les ligneux provenaient des zones Soudanienne et Sahélienne du Sénégal. Après récolte ils ont été séchés au soleil.

Les animaux étaient des moutons de race Peul-Peul, âgés d'un an en moyenne. Après déparasitage, ils étaient divisés en lots de 12 chacun et mis en stabulation libre.

Les rations étaient distribuées le matin. Le ligneux et le tourteau, **s'il y'a lieu étaient** offerts en premier lieu, suivis de l'aliment de base constitué de paille de riz ou de foin de brousse.

2 1. Influence de l'espèce ligneuse sur la croissance des ovins:

L'influence de niveaux identiques de feuilles de *Boscia senegalensis* et d'*Adansonia digitata* (tableau 1, figure 1), de feuilles de *Guiera senegalensis* et de fruits de *Faidherbia albida* (tableau 2, figure 2), puis de feuilles de *Calotropis procera* et de *Guiera senegalensis* (tableau 3, figure 3) a

permis d'apprécier l'influence de l'espèce ligneuse sur la croissance de jeunes ovins.

Aux mêmes niveaux de **complémentation (300g/animal/jour)**, les feuilles d'**A. digitata** ont été plus efficaces que celles de **B. senegalensis** bien que ces deux ligneux aient des compositions chimiques comparables. En effet, la valeur nutritive des feuilles de *Boscia* est **limitée** par une faible appétabilité.

Les fruits de **F. albida** (tableau 2) ou les feuilles de *C. procera* (tableau 3) ont été plus efficaces que les feuilles de **G. senegalensis** qui n'ont permis que de maintenir le poids des moutons comparativement aux autres espèces qui ont significativement amélioré la croissance des animaux.

La réponse animale est donc **différente** en fonction des espèces ligneuses. Les feuilles de *C. procera* ont été les plus efficaces alors que celles de *G. senegalensis* étaient de mauvaise **qualité**. Les feuilles de *B. senegalensis* n'ayant pas été consommées n'ont pas été classées. La classification selon les performances animales recoupe celle selon la digestibilité in vitro (FALL, 1991) et la dégradabilité in situ (KONE, 1987; FALL, 1993). La composition chimique et notamment, la présence de facteurs anti-nutritionnels (D'MELLO, 1992) détermine aussi les variations entre **espèces** ligneuses.

2 2. Influence du taux de ligneux dans la ration sur la croissance des ovins:

Le rôle du taux de ligneux dans la ration a été étudié sur les fruits de **F. albida**, les feuilles d'**A. digitata** et celles de *C. procera*.

L'introduction d'**A. albida** aux niveaux de 100g et 200g (tableau 4, figure 4) par animal et par jour a significativement ($P < 0.05$) amélioré la croissance de jeunes ovins comparativement au lot témoin qui n'a pas reçu de ligneux.

Les niveaux 100 et 200g n'ont pas donné de gain de poids significativement différents ($P < 0.05$). La même observation a été faite pour les feuilles d'**A. digitata** (tableau 5, figure 5). Par contre, les niveaux 100 et 200g de feuilles de *C. procera* (tableau 6, figure 6) ont été significativement ($P < 0.05$) différents. Dans cet essai, des problèmes pathologiques survenus au cours du deuxième mois ont provoqué une perte de poids de l'ensemble des lots. Ces pertes ont cependant été plus prononcées dans le lot témoin. L'ingestion volontaire a également été plus importante pour les lots

recevant des ligneux. Ces observations illustrent l'effet bénéfique de certaines **espèces** ligneuses sur la croissance des ovins.

Les fortes variations de la digestibilité des ligneux sont bien connues (FALL, 1991; KONE, 1987; FALL, 1993). Cette **diversité** se répercute sur les performances des ovins.

La non valorisation du niveau **200g** comparativement au niveau **100g** pourrait s'expliquer par des problèmes de non additivité entre les ligneux et l'aliment de base (FALL, 1993). Ces problèmes, se manifestant par une chute de la **digestibilité** au delà d'un certain taux, ont pu retentir sur les performances des animaux par un arrêt de la croissance ou une perte de poids.

III. ASPECTS ECONOMIQUES DE L'UTILISATION DES LIGNEUX DANS LA COMPLEMENTATION DES OVINS:

Dans les systèmes d'élevage traditionnels des régions Sahélo-Soudaniennes, **peu** d'espèces ligneuses sont commercialisées. Seules les gousses de légumineuses, *Faidherbia aibida*, *Acacia raddiana* et *Bauhinia rufescens* font l'objet d'un **négoce** le long des principaux axes routiers ou dans les marchés hebdomadaires au prix moyen de 50 CFA le kg. Ces prix font l'objet d'une fluctuation et d'une **spéculation** importante qui rendent difficile l'estimation du **côût** de l'alimentation des ovins par les ligneux.

Les feuilles de ligneux ne sont pas commercialisées au Sénégal. Elles sont prélevées sur les parcours naturels à propriété commune par des troupeaux mobiles. Leur coût se limite aux frais de ramassage ou d'émondage. Leur intégration dans les rations des ovins peut donc minimiser les frais d'engraissement. Cette stratégie devraient être précisée par la définition d'un mode optimal d'exploitation tenant compte de la préservation de l'environnement.

Des recherches s'avèrent encore nécessaires pour mieux connaître les filières commerciales des produits forestiers et préciser le coût de l'alimentation des ovins par les ligneux.

CONCLUSION:

Les ligneux d'Afrique occidentale sont des compléments qui sont à la portée de l'éleveur en zone de production ovine. Leur utilisation est cependant limitée par une connaissance incomplète de leur valeur nutritive et un manque d'organisation de leurs circuits de commercialisation.

Les résultats des recherches sur l'utilisation des ligneux dans l'alimentation des ruminants montrent l'importance des recherches thématiques pour préciser la qualité du potentiel alimentaire qu'ils **représentent**.

Les relations phénologie et composition chimique mériteraient d'être élucidées pour avoir un catalogue plus complet des espèces peu toxique, à haute valeur nutritive et identifier la période optimale de récolte pour la plupart des espèces ligneuses d'Afrique Occidentale.

Le rôle des interactions digestives dans les variations de la digestibilité du ligneux estimée par différence devrait être précisé par des essais plus nombreux. On sait que les relations entre le taux de ligneux et la digestibilité de la ration varient en fonction de l'espèce ligneuse. Mais l'étude de l'influence des autres composants de la ration permettrait de proposer les formules alimentaires les plus efficaces.

Les aspects économiques qui entourent les filières de production en agro-foresterie mériteraient également d'être étudiés.

BIBLIOGRAPHIE:

BERGE P., 1982. Interactions entre les fourrages et les aliments concentrés. Conséquences sur la prévision de **l'ingestibilité** et de la digestibilité des rations mixtes et sur la mesure de la digestibilité des aliments concentrés chez le ruminant. Thèse Doct. Univ. Sci. Tech du Languedoc Montpellier, 105p.

BERGE P., DULPHY J.P., 1991. Etude des interactions entre fourrage et aliment concentré chez le mouton. II. Facteur de variation de la digestibilité. Ann. Zootech., 40: 227-246.

BILLE J.C., 1980. Measuring the primary palatable production of browse plants. In: H.N. Le Houerou Ed. Browse in Africa. The current state of knowledge. ILCA: 185-196.

BLAIR G.J., 1989. The diversity and **potential** value of shrubs and tree fodders. In: C. Devendra Ed. Shrubs and tree fodders for farm animals. Proc. workshop Denpasar, Indonesia: 2-11.

BREMAN H. et DE RIDDER N., 1991. Manuel sur les pâturages des pays Sahéliens. Karthala, ACCT, CABO DLO eds. 485p.

CISSE, M.I., 1980a. The browse production of **some** trees of the Sahel: relationships between maximum foliage biomass and various physical parameters. In: H.N. Le Houerou Ed. Browse in Africa. The current state of knowledae. ILCA: 205-210.

CISSE, M.I., 1980b. **Effects** of various stripping regimes on foliage production of **some** browse bushes of the Sudano Sahelian zone. In: H.N. Le Houerou ed. Browse in Africa. The current state of knowledae. ILCA:211-214.

DEVENDRA C., 1989. The use of shrubs and tree fodders by ruminants. In: C. Devendra Ed. Shrubs and tree fodders for farm animals. Proc. workshop Denpasar, Indonesia: 42-60.

DICKO M.S. and SANGARE M., 1984a. Behaviour, intake and liveweight gain of **cattle** under **semi-sedentary** management in the arid zone of Mali. Communication personnelle.

DICKO M.S. et SANGARE M., 1984b. Le comportement alimentaire des ruminants domestiques en zone Sahélienne. In: Proc. IInd Int, Range. Consr. Adelaïde Australie: 13-18.

D'HELLO J.P.F., 1992. Chemical **constraints** to the use of tropical legumes in animal nutrition. Anim. Feed Sci. Technol., 38: 237-261.

FALL S.T., 1993. Valeur nutritive des fourrages ligneux, leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux. Thèse Doct. Univ. Sces. Tech. du Languedoc. ENSA Montpellier France. 142p.

FALL S.T., CISSE M., RICHARD D. et DITAROH D., 1993. Projet "Systèmes d'alimentation pour la production intensive de viande au Sénégal". Deuxième rapport. ISRA LNERV 028 / Res. Al. 88p.

FELKKR, P., CLARK, P.R., OSBORN J. and CANNEL G.H., 1980. Nitrogen cycling - Water use efficiency interactions in **semi-arid ecosystems** in relation to management of tree legumes (*Prosopis*). In: H.N. Le Houerou Ed. Browse in Africa. The current state of knowledge. ILCA: 215-222.

HIERNAUX P., 1980. Inventory of the browse of **bushes**, trees and shrubs in an **area** of the Sahel in **Mali**. Methods and initial results. In: H.N. Le Houerou ed. Browse in Africa. The current state of knowledae. ILCA: 197-204.

INRA, 1989. Ruminant nutrition. Recommended allowances & Feed tables. INRA John Libbey Eurotext. 389p.

IVORY D.A., 1989. Major characteristics, **agronomic** features and nutritional value of shrubs and tree fodders. In: C. Devendra Ed. Shrubs and tree fodders for farm animals. Proc. workshop Denpasar, Indonesia: 22-38.

JAMES L.F., NIELSEN D.B. and PANTER K.E., 1992. Impacts of poisonous plants on the livestock industry. J. Ranae Manaee., 45: 3-8.

KAWAS M. et FLORET C., 1989. Influence de l'intensité de pâturage sur le cycle de vie des **espèces** ligneuses d'une garrigue du sud de la France. In: Acte du XVIIe Congrès Int. Herbaaes, Nice, France: 1557-1558.

KEARL L.C., 1982. Nutrient requirements of ruminants in the developing countries. International Feedstuff Institute Publ. Utah Agriculture Experiment station. Utah State University, Logan, UT. 381p

KONE A.R., 1987. Valeur nutritive des ligneux fourragers des régions **Sahélienne** et Soudanienne d'Afrique occidentale. Recherche d'une **méthode** simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur **azotée**. Thèse Doct. 3e Cycle. Univ. P. & M. Curie. Paris VI. 131 p.

KONE A.R., RICHARD D. et GUERIN H., 1989. Teneur en constituants parietaux et en matières **azotées** des ligneux fourragers d'Afrique Occidentale. In: Acte du XVIIe Conar. Int. des Herbaaes: 947-948.

KROMANN R.P., 1973. The energy value of feeds as influenced by associative **effects**. Proc. 1st International Crop Drving Conuress. Oxford: 81-98.

MC LEOD M.N., 1974. Plant tannins Their role in forage quality. Nutr. Abstr. Rev. 44: 803-815.

MEURET M., 1989. Feuillages, fromages et flux ingérés. Thèse Doct. Fac. Sces. Auro. Gembloux. 229p.

MEURET M. et GUERIN H., 1991. Selection quality and quantity of plants ingested by grazing animals. In: Proc. IVth Int. Ranae. Conur. Symposium C 09 Montpellier, France: 5p.

NOLAN T., CONOLLY J., SALL C., GUILLON L.M., DIEYE K. and GUERIN H., 1988. Mixed animal species in range grazing and preservation. Final report Contract TSD / A / 412. 222p

ORSKOV E.R., 1983. Supplementation of low quality roughage diet for optimal microbial and host animal nutrition. In: El Shazly et al. eds., Utilization of low uuality roughages with special reference to developing countries. Proc. Workshop Alexandria. March, 1983: 84-87.

REDDY M.R., 1989. Opportunities for processing and using shrubs and tree fodders. In: C. Devendra ed. Shrubs and tree

fodders for farm animals. Proc. Workshop Denpasar Indonesia: 308-313.

RICHARD D., GUERIN H., FALL S.T., 1989 Feeds in the dry tropics. In: R. JARRIGE Ed. Ruminants nutrition. Recommended allowance and feed tables. INRA. France: 345-357.

RUTAGWENDA T., LECHNER-DOLL M., SCHWARTZ H.J., SCHULTKA W. and VON ENGELHARDT W. 1990. Dietary preference and degradability of forage on a semiarid thornbush Savannah by indigenous ruminants, camels and donkeys. Anim. Feed Sci. Technol., 31: 179-192.

Ce travail a été conjointement financé par la Fondation Internationale pour la Science (FIS Bourse N° B/1107) et la Communauté Economique Européenne (CEE conventions N° SDT2 215 et TSF / A / 412).

Tableau 1: Influence de *Boscia senegalensis* et de *A dansonia digitata* sur la croissance de jeunes ovins,

Durée = 67 jours

	LOT I	LOT II
RATION g MB/animal /jour		
Paille de riz	ad libitum	ad libitum
Tourteau d'arachide	100	100
<i>B. senegalensis</i>	300	
<i>A. digitata</i>		300
CONSOMMATION g MS/animal/jour		
Paille de riz g/jour	307	307
Tourteau d'arachide "	27	125
<i>B. senegalensis</i> "	2	
<i>A. digitata</i> "		272
Total g/jour	448 ± 104	704 ± 67
g/kg P 0.75	51 ± 12	76 ± 6
EVOLUTION PONDERALE		
Poids initial	kg 18.0	18.4
Poids final	kg -	19.9
Gain moyen quotidien	g -	21.0

MB = Matière brute
MS = Matière sèche

Figure 1 : Evolution pondérale des ovins

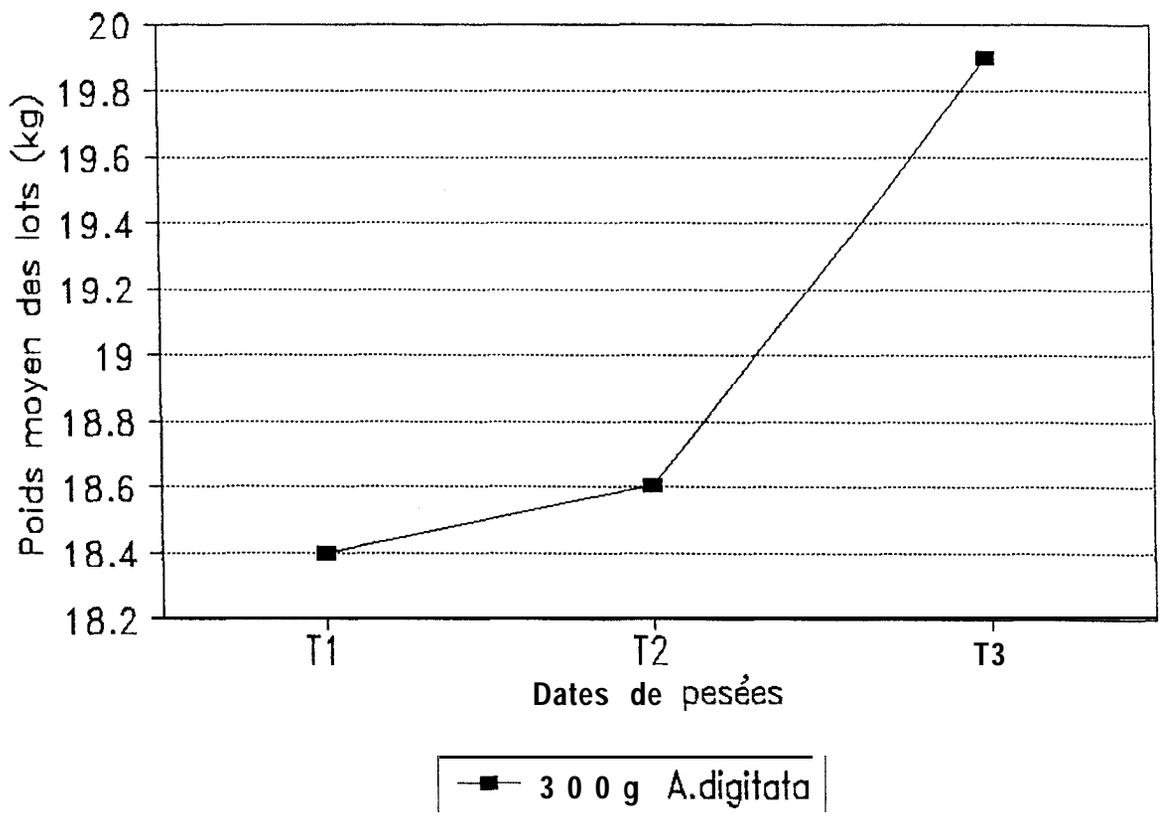


Tableau 2: Influence de fruits de *Faidherbia albida* et de feuilles de . . *Gaiera senegalensis* sur la croissance de jeunes ovins.

Durée = 88 jours

	LOT 1	LOT 2	LOT 3
RATION g.MB/tête/jour			
Paille ue riz	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Tourteau d'arachide	100	100	100
<i>F. albida</i>	200		
<i>G. senegalensis</i>		200	
CONSOMMATION g MS/tête/jour			
Paille de riz	368	346	408
Tourteau d'arachide	93	93	118
<i>F. albida</i>	180	0	0
<i>G. senegalensis</i>	0	185	0
Total g/j	639 ± 38	611 ± 66	526 ± 64
g/kg P0.75	65 ± 4	67 ± 7	57 ± 6
EVOLUTION PONDERALE			
Poids initial	kg 18.4	18.1	18.5
Poids final	kg 23.1	20.8	21.0
Gain moyen quotidien	g 39.1	22.5	20.8

MB = Matière brute
MS = Matière sèche

Figure 2 : Evolution pondérale des lots

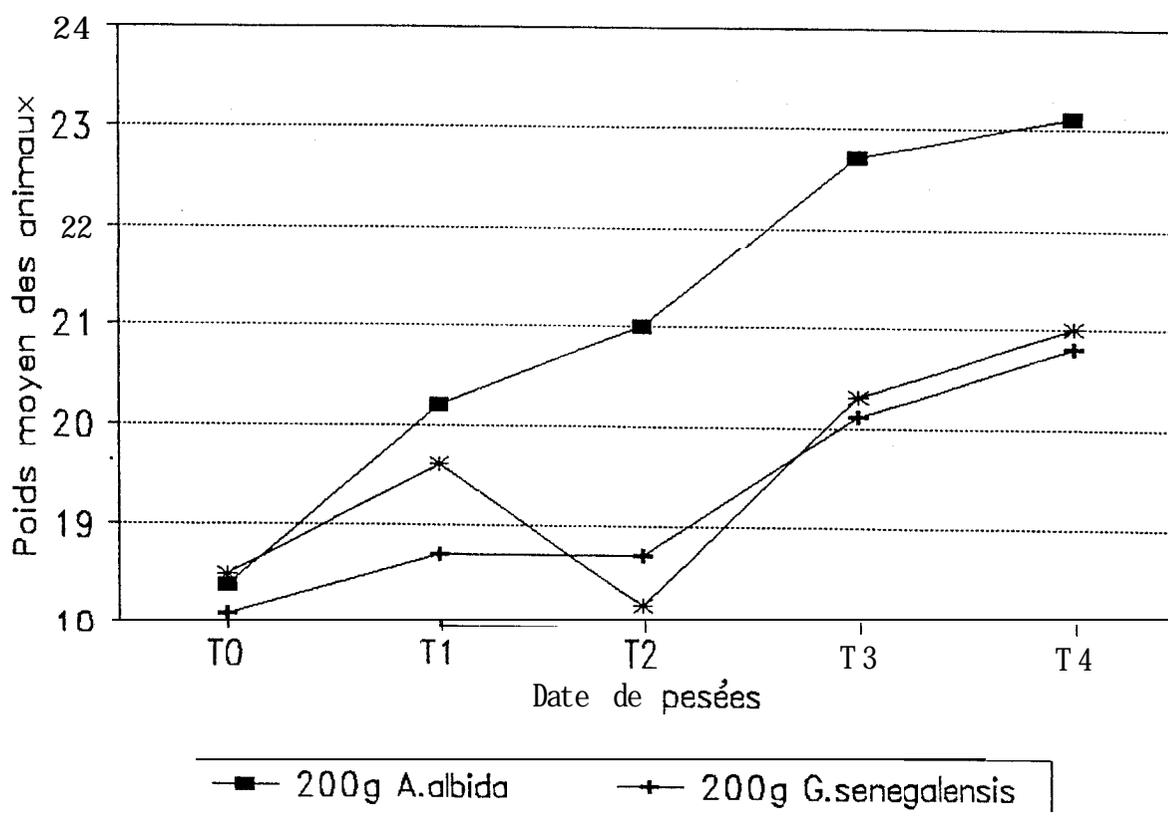


Tableau 3': Influence de feuilles de *Cajotropis procera* et de *Guiera senegalensis* sur la croissance de jeunes ovins.

Durée = 90 jours

	LOT 1	LOT II	LOT III
RATION g MB/animal/jour			
Foin de brousse	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Tourteau d'arachide	100	100	100
● <i>C. senegalensis</i>		150	
<i>C. procera</i>			150
CONSUMMATION g MS/animal/jour			
Foin de brousse	745	756	800
Tourteau d'arachide	94	94	94
<i>G. senegalensis</i>		110	
<i>C. procera</i>			122
Total g/jour	839 ± 49	959 ± 83	1016 ± 84
g/kg P ^{0.75}	81 ± 5	89 ± 5	91 ± 5
EVOLUTION PONDERALE			
Poids initial kg	20.4	20.5	21
Poids final kg	24.0	26	28
Gainmoyen quotidien g	40	61	78

MB = Matière brute
MS = Matière sèche

Figure 3 : Evolution pondérale des lots

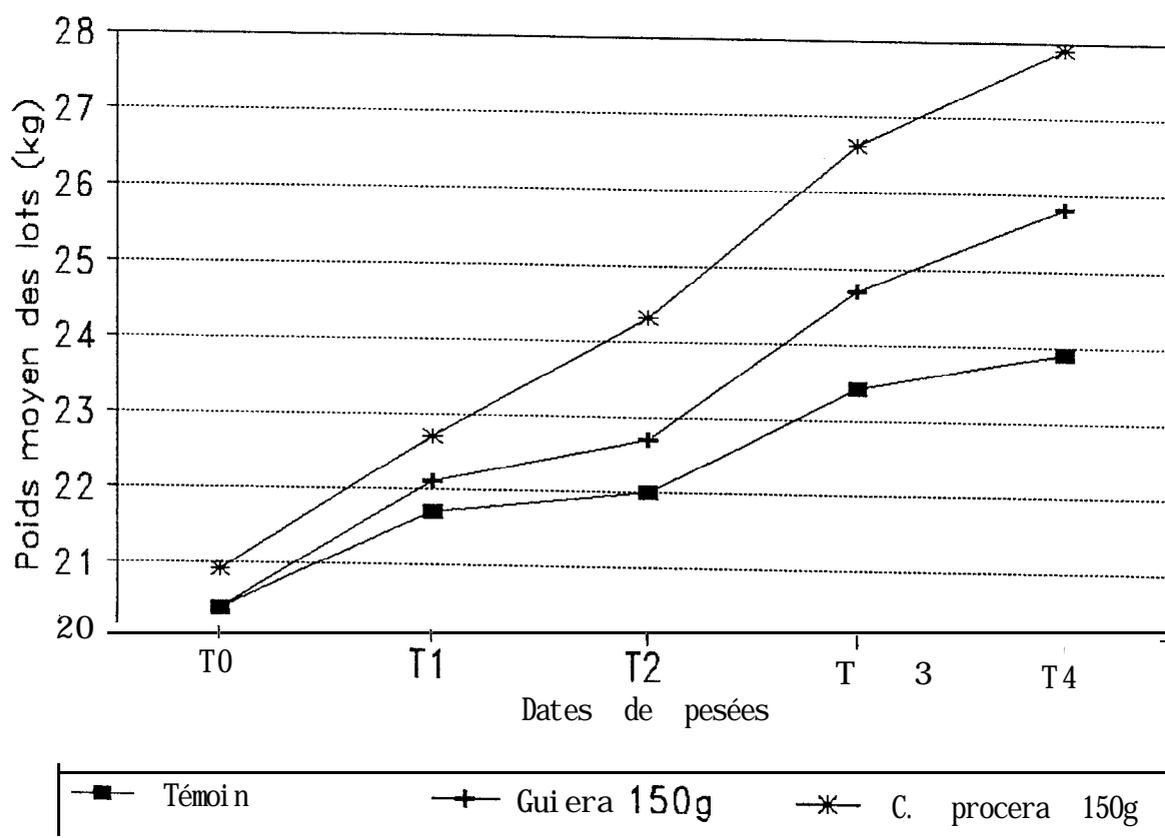


Tableau 4 : Influence de fruits d'*F. albida* sur la croissance de jeunes ovins.

Durée = 90 jours

	LOT1 témoin	LOT 2	LOT 3
RATION g MB/tête/jour			
Paille de riz	ad libitum	ad libitum	ad libitum
<i>F. albida</i> fruits	0	100	200
Tourteau d'arachide	100	100	100
Poudre d'os	20	20	20
CONSOMMATION g MS/tête/jour			
Paille de riz	432	454	400
<i>F. albida</i> fruits	0	98	176
Tourteau d'arachide	90	90	90
Poudre d'os	17	17	17
Total g/tête/jour	538 ± 40	671 ± 45	681 ± 46
g / Kg P _a 0.75	55 ± 4	69 ± 8	64 ± 5
EVOLUTION PONDERALE			
Poids entrée	kg 22.5	22.4	22.4
Poids sortie	kg 20.4	24.6	24.4
Gain moyen quotidien	g -20	20.5	20.5

MB = Matière brute
MS = Matière sèche

Figure 4 : Evolution pondérale des lots

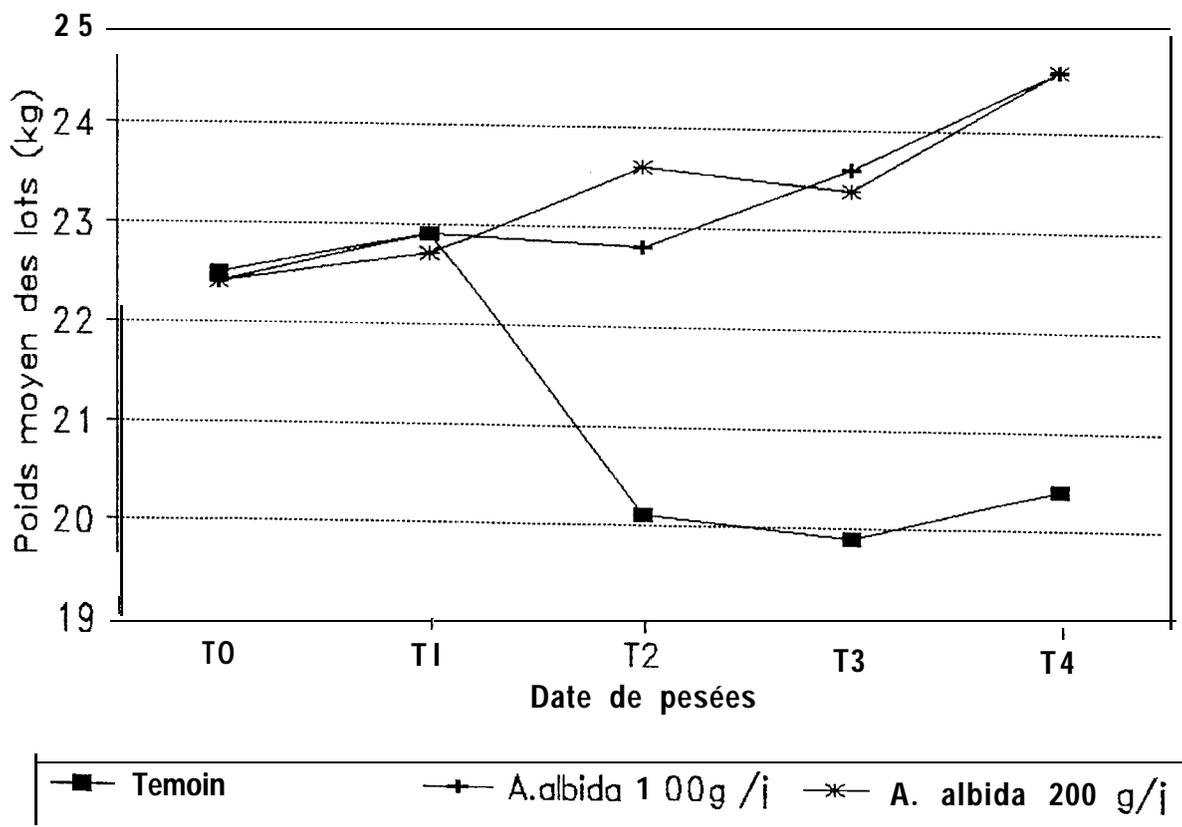


Tableau 5': Influence d' *Adansonia digitata* sur la croissance de jeunes ovins.

Durée = 49 jours

	LOT 1	LOT 2	LOT 3
RATION ,g MB/tête/jour			
Paille de riz	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Tourteau d'arachide	100	100	100
<i>Adansonia digitata</i>	100	200	0
CONSOMMATION g MS/tête/jour			
Paille de riz	399	425	417
Tourteau d'arachide	93	93	93
<i>Adansonia digitata</i>	88	176	0
Total: g/jour	579 ± 40	694 f.41	510 ± 34
g/kg P0.75	58 ± 4	66 ± 4	54 ± 5
EVOLUTION PONDERALE			
Poids initial	kg 21.7	23.0	20.5
Poids final	" 22.6	23.5	18.8
Gain moyen quotidien	g/j 10	5.5	18.8

MB = Matière brute
MS = Matière sèche

Figure 5 : Evolution pondérale des lots

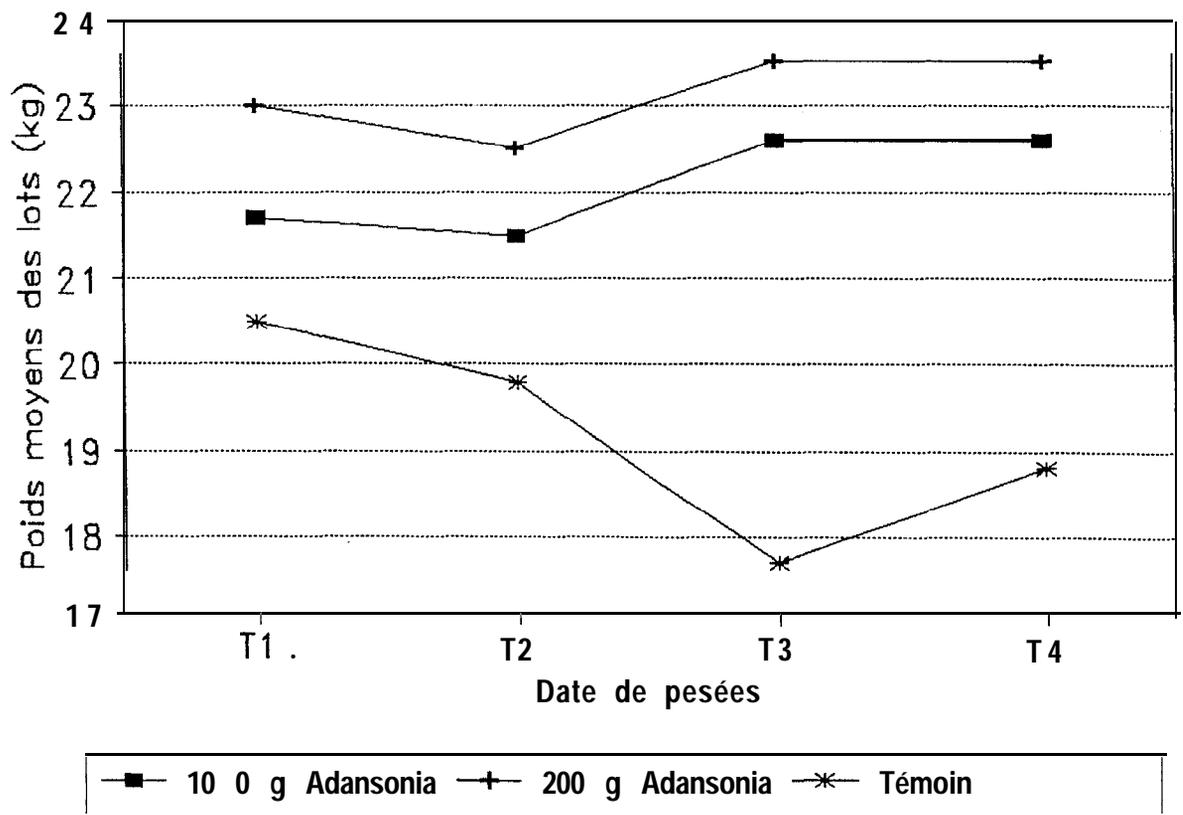


Tableau 6: Influence de feuilles de *Calotropis procera* sur la croissance des ovins.

Durée = 107 jours

	LOT 1	LOT II	LOT III
RATION g.MB/animal/jour			
Foin de brousse	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Tourteau d'arachide	100	100	100
<i>Calotropis procera</i> ---	0	100	200
CONSOMMATION g MS/animal/jour			
Foin de brousse	451	446	419
Tourteau d'arachide	90	82	77
<i>Calotropis procera</i> ---		85	168
Total g/jour	541 ± 81	613 ± 81	664 ± 76
g/kg p ^{0.75}	59 ± 8	65 ± 8	69 ± 8
EVOLUTION PONDERALE			
Poids initial	kg 18.7	18.6	18.7
Poids final	kg 18.8	19.8	20.2
Gain moyen quotidien	g 1	9.8	19.3

MB = Matière brute
MS = Matière sèche

Figure 6 : Evolution pondérale des lots

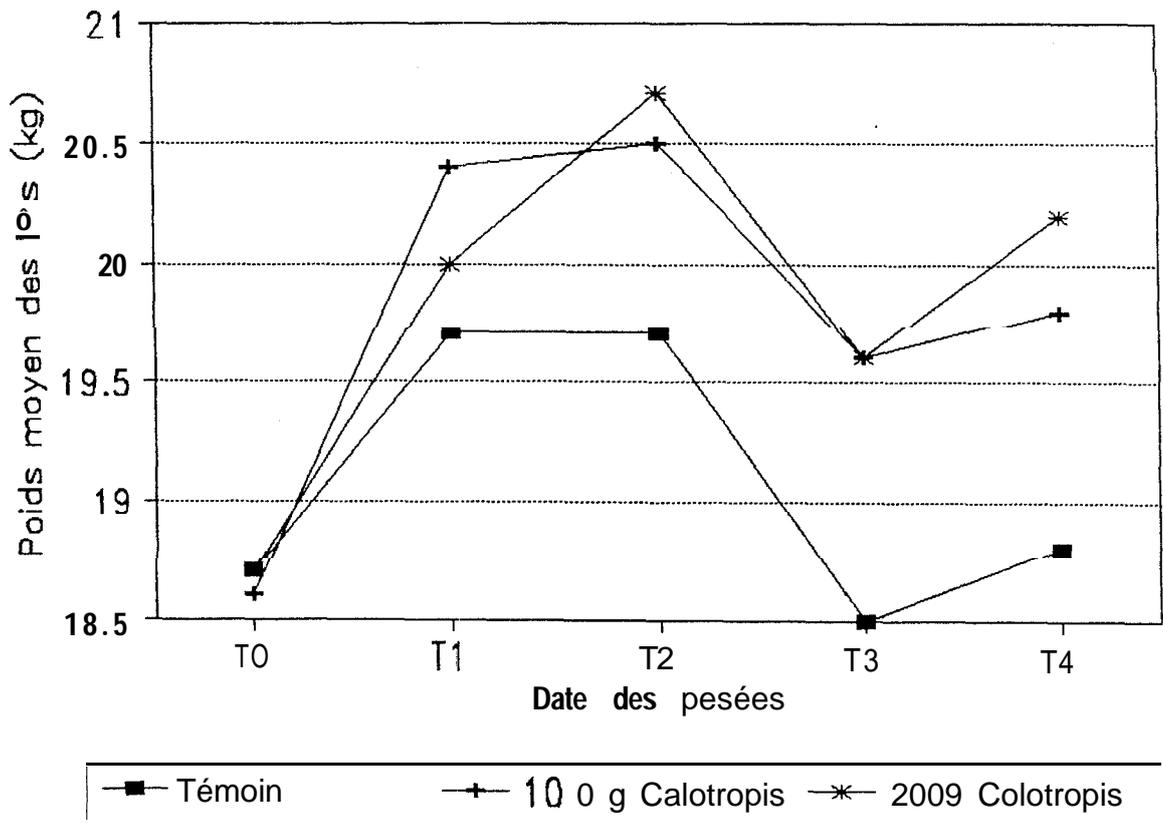


Tableau 7: Influence des fruits de *Samanea saman* sur la croissance des ovins.

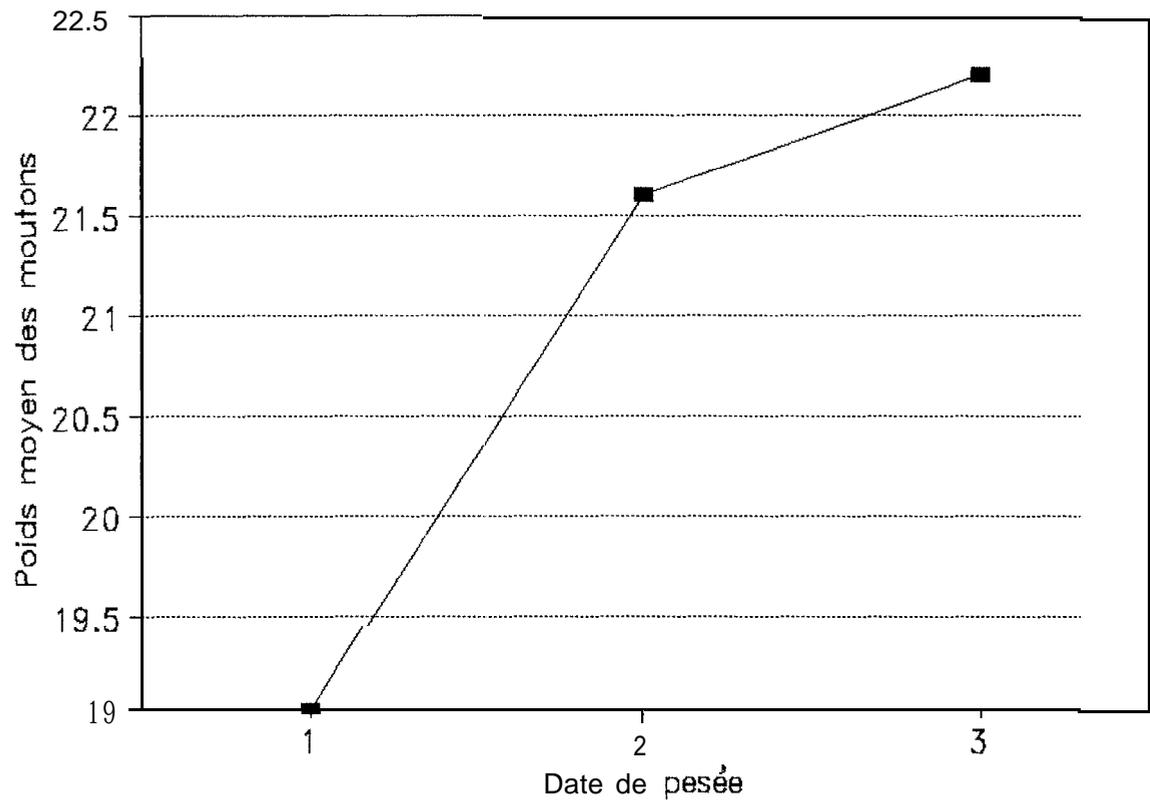
Durée 48 jours

 LOT 1

RATION		
Paille de riz		ad libitum
S. saman g MB*/animal/jour		300
Tourteau		210
CONSOMMATION		
Paille de riz g MS**/animal/jour		351
S. saman		260
Tourteau		104
Total g/jour		715 ± 93
g MS/kg PM***		76.4 ± 9.8
EVOLUTION PONDERALE		
Poids initial kg		19.0 ± 3.0
Poids final kg		22.2 ± 3.8
Gain moyen quotidien g/jour		67

 * MB matière brute
 ** MS matière sèche
 *** PM poids métabolique

Figure 7 Influence des fruits de S.saman
Sur la croissance des ovins



ZV0000825

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

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

CENTRE
DE RECHERCHES
ZOOTECNIQUES
DE DAHRA

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

PHASE 1 - Première période - Rapport définitif

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.....	18
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 première 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'avènement 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 minérales qui sévissaient dans le ferlo, FRIOT et CALVET ont diagnostiqué en 1971, une hypophosphorémie, une hypocalcémie et une cuprémie 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 (Cartes 1 et 2).

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) (cartes 3 et 4). Ces polycarences minérales ne permettent pas une utilisation optimale du peu de matière sèche, d'énergie et de protéines disponibles en zone sahélienne.

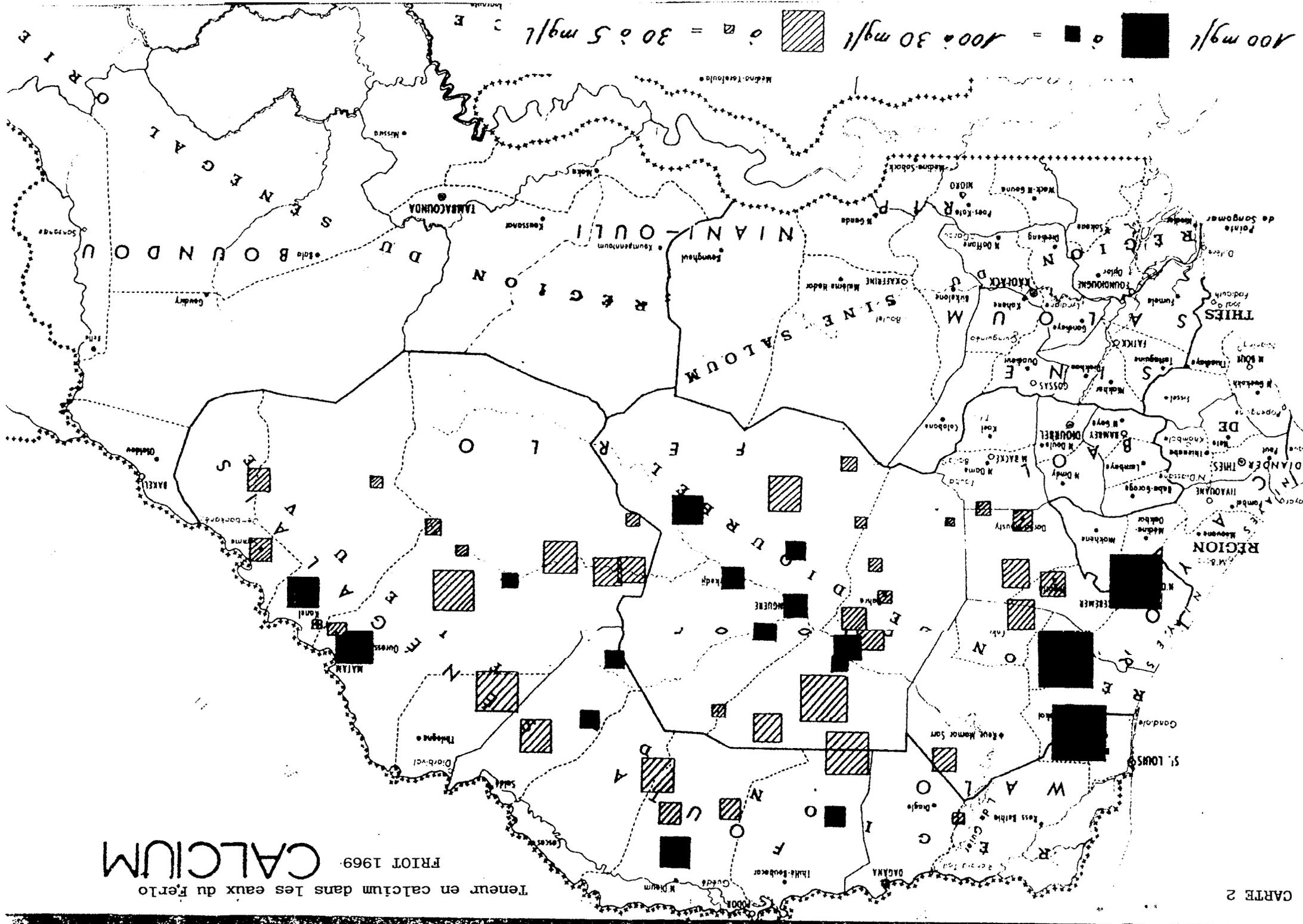
1.2 - Supplémentation minérale du bétail avec les phosphates naturels ou d'autres compléments minéraux : Travaux antérieurs.

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.

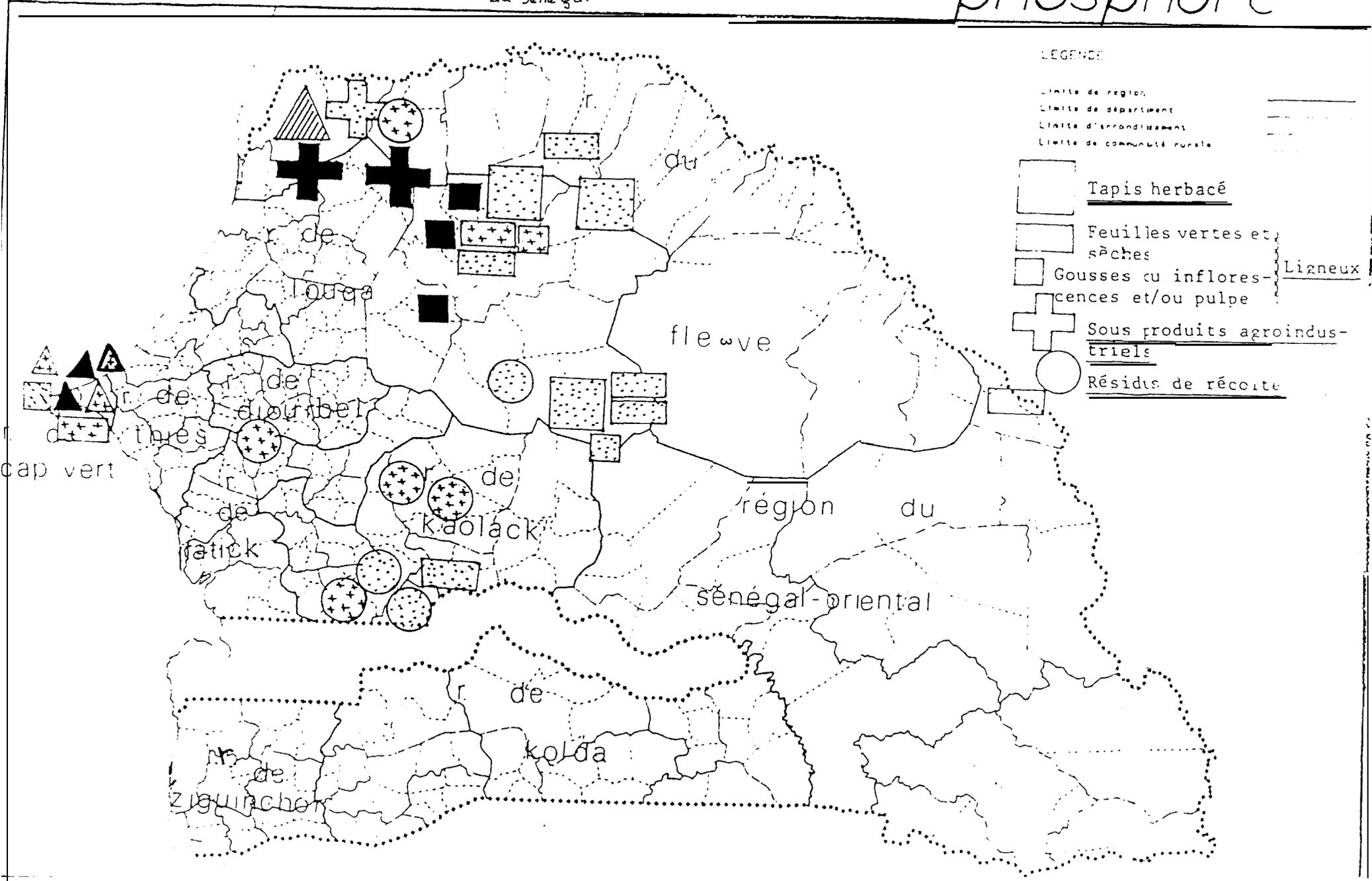
Au centre de pré vulgarisation de la supplémentation minérale de Labgar, CALVET et coll. (1972) ont montré que l'apport quotidien de petites quantités de phosphore (5 à 8 g) sous forme de Phosphate bicalcique pouvait réduire la perte de poids des bovins en saison sèche. La supplémentation minérale a 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

Teneur en calcium dans les eaux du Ferlo
 FRIOT 1969
 CALCIUM



100 mg/l = [solid black square] = 30-50 mg/l = [hatched square] = 30 mg/l = [white square]

phosphore

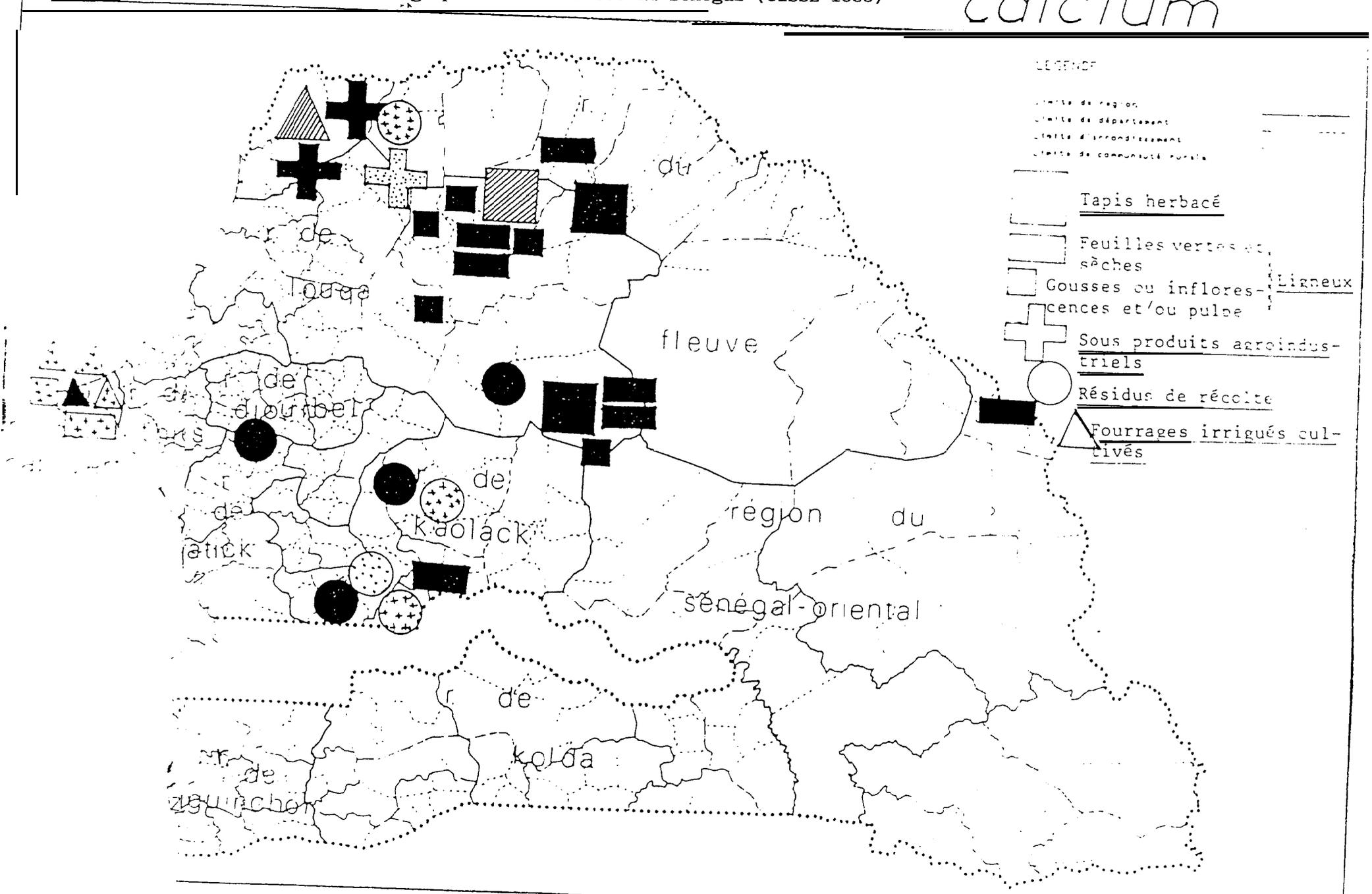


- LEGENDE
- Limite de région
 - - - Limite de département
 - · · Limite d'arrondissement
 - · · Limite de communauté rurale
- Tapis herbacé
 - Feuilles vertes et sèches
 - Gousses ou inflorescences et/ou pulpe
 - Sous produits agroindustriels
 - Résidus de récolte
- Ligneux

valeurs moyennes en g/kg MS

$\bar{x} < 1,2$	$1,2 \leq \bar{x} < 2,1$	$2,1 \leq \bar{x} < 2,7$	$\bar{x} \geq 2,7$
$\bar{x} < 1,8$ (lait)	$1,8 \leq \bar{x} < 3,5$ (lait)	$3,5 \leq \bar{x} < 3,8$ (lait)	$\bar{x} \geq 3,8$ (lait)

calcium



en mg MS

▩ $1.8 < \text{mg MS} < 3.1$

▨ $3.2 < \text{mg MS} < 4.2$

▧ $\text{mg MS} > 4.2$

▧ $\text{mg MS} > 4.2$

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 vitaminés 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 forte teneur de fluor selon les normes disponibles.

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 utilisé 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 phosphore 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 polyfos et ceux supplémentés avec le phosphate bicalcique. Ils ont conclu que le remplacement du phosphate bicalcique par le polyfos 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 pré vulgarisation 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 BERTAUDIÈRE 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 fluorose (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 BERTAUDIÈRE 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 p 100 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 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 BERTAUDIÈRE, 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 (SMT 1967, CALVET et al. 1972, SERRES et BERTAUDIÈRE 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") - déterminer la dose optimale de Phosphate naturel à distribuer au zébu Gobra,

+ Institut Mondial du Phosphate. Casablanca, MAROC.

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

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

4°) - faire un bilan économique de la supplémentation minérale avec les phosphates naturels en comparaison avec la poudre d'os.

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

II.1 • Le site expérimental

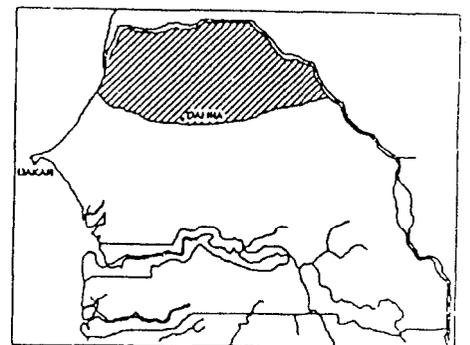
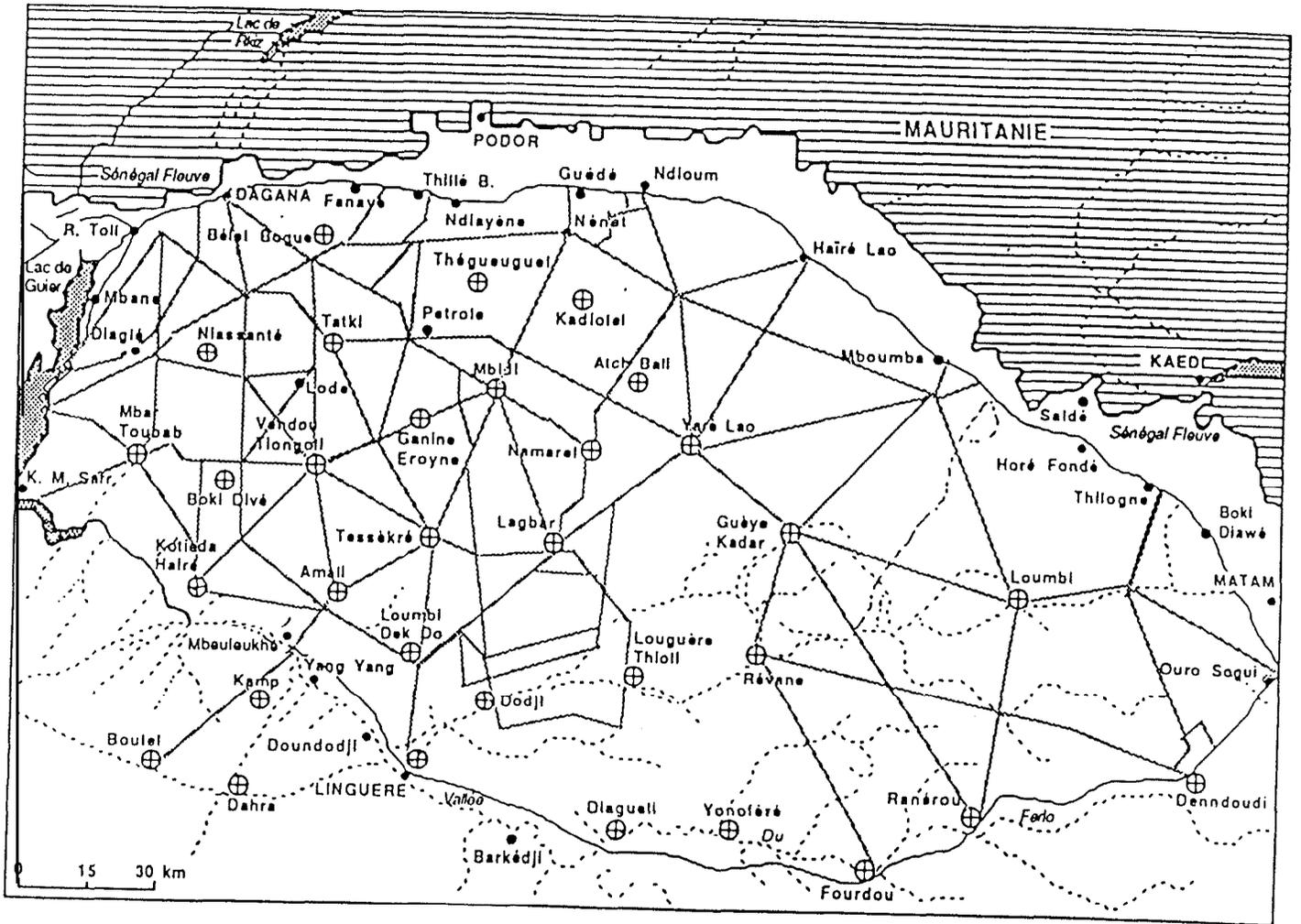
Les expériences se sont déroulées au CRZ de Dahra situé au nord-est du Ferlo, la principale zone d'élevage au Sénégal (cf. carte 5). C'est une zone sahélienne typique avec une longue saison sèche (9 à 10 mois) et une courte saison humide (2 à 3 mois).

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 (Barral et al. 1983). Les eaux de forages profonds sont pauvres en minéraux. (FRIOT, 1969).

ZONE DU FERLO



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.

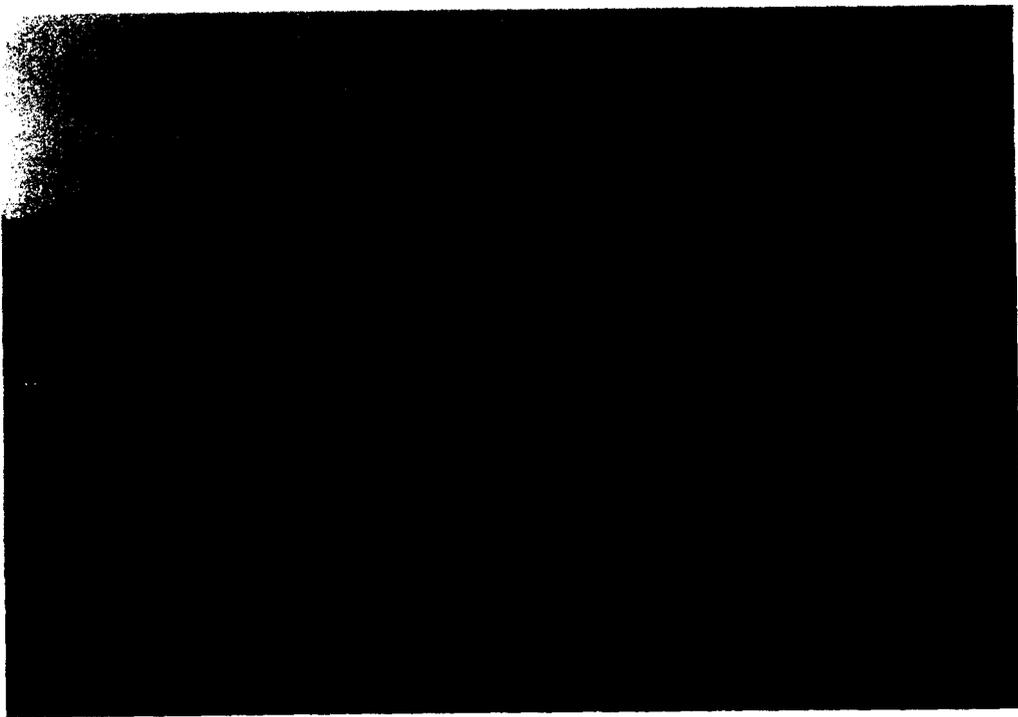
Un environnement globalement difficile explique la faiblesse de la productivité du bétail. L'arnélioration des paramètres zootechniques en milieu traditionnel (cf. tableau 2) passe par une meilleure connaissance des parcours naturels et une supplémentation adéquate du cheptel.

Tableau 2 : Paramètres zootechniques des bovins dans la région Nord du Ferlo

Pourcentage de mâle dans le troupeau	25-32	p100
Mortalité des mâles entre 0-5 ans	1 5	p100
Mortalité des mâles entre 0 et 1 ans	1 0	p100
Taux d'avortement	0 5	p100
Femelles gestantes de moins de 5 ans	0 2	p100
Femelles gestantes de 5 à 9 ans	6 0	p100
Femelles gestantes de plus de 9 ans	3 8	p100
Taux de vente des mâles : (entre 1 et 2 ans	1 3	p100
sous encadrement (entre 2 et 3 ans	7 7	p100
(après 3 ans	1 0	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 0-200 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 PLANCHENAUULT et al. in : BARRAL et al. 1983

Pâturage naturel du Ferlo en saison sèche



Taurillon Gobra



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 et 12h 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 cuillère 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

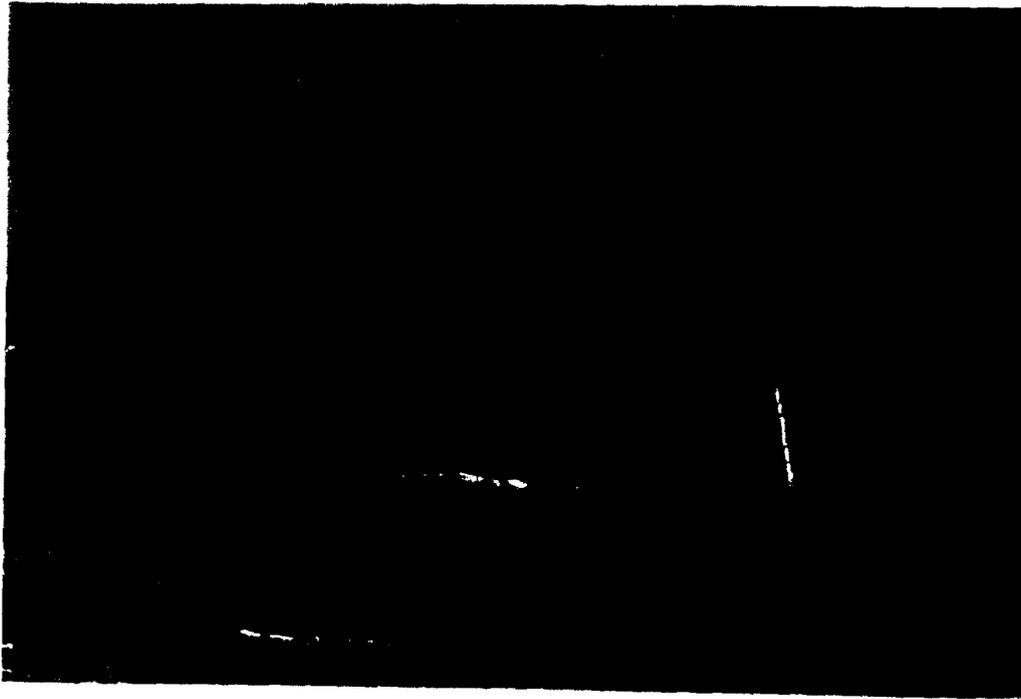
Le numéro des animaux qui ont consommé le complément minéral est noté tous les jours.

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

Présence de ligneux sur la parcelle Δ du CRZ de Dahra



Guiera senegalensis



Acacia et Calotropis

Abreuvoir de la parcelle A



Tableau 3 : DISTRIBUTION DU COMPLEMENT MINERAL

Lot	I	II	III	Iv	v	VI Témoïn
Complément minéral	Phosphate de Taïba	Phosphate de Taiba	Phosphate de Thiès	Phosphate de Thiès	Poudre d'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.

Examen clinique



Etat général du troupeau



Examen des dents



*Palpation **deh** côtes*



Palpation des mētatarsiens

Distribution des phosphates naturels



Mélassage des phosphates naturels



*Consommation des phosphates naturels
par un taurillon Gobra*

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 pondéral

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 dessiccation 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.

Tableau 4 : COMPOSITION CHIMIQUE DE LA POUDRE D'OS

Minéralp 100	LNERV 1986 (1)	
	Farine d'os de machoire	Farine d'os de cornillon:
Calcium	17.6	17.9
Phosphore	9.8	11.4
Magnésium	2.18	
Fluor		
Silice	1.6	0.5
Rapport Ca/p	1.7	1.5
Disponibilité biologique	Haute	

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

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 importante. 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.

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.

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.

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.

Tableau 4 : COMPOSITION CHIMIQUE DE LA POUDRE D'OS

Minéral p 100	LNERV 1986 (1)	
	Farine d'os de machoire	Farine d'os de cornillons
Calcium	17.6	17.9
Phosphore	9.8	11.4
Magnésium	2.18	
Fluor		
Silice	1.6	0.5
Rapport Ca/p	1.7	1.5
Disponibilité biologique	Haute	

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

Tableau 5 : COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE TAIBA

Minéral p100	CSPT 1980 (1)
Calcium	36
Phosphore	15.8
Fluor	3.7
Magnésium	0.01
Aluminium	0.56
Silice	2.66
Fer	0.37
Manganèse	0.0309
Ca/p	2.20
Solubilité à l'acide citrique 2p100	45
Disponibilité biologique	Intermédiaire (2)

(1) Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taiba - Sénégal

(2) D'après Conrad et al. 1985

Tableau 6 : COMPOSITION CHIMIQUE DES PHOSPHATES DE THIES

Minéral p 100	SSPT (1)
Calcium	6.4
Phosphore	12.8
Fluor	0.80
Magnésium	
Aluminium	16.1
Fer	7
Ca/p	0.50
Solubilité à l'acide citrique 2p100	32
CuD	20
Disponibilité biologique	Intermédiaire (2)

(1) Société Sénégalaise des phosphates de Thiès

(2) D'après Conrad 1985

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 appréciés 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 arrêtées 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 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 coûteux en main d'œuvre que la distribution individuelle par bouteille appliquée par SERRES et BERTAUDIÈRE.

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 chute 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'1 kilo de gain de poids par jour) créent des besoins supérieurs à la teneur en phosphore du régime. L'animal puise en fait 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 0,00013 p100 a été trouvée (cf. tableau 12). En 1965, les eaux de forages autour de Linguère avaient

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 ± 15	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 INGÈRE

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	932	89		18	7.2	0.97
Février 1988	966	82	454	0	4.04	0.76
Mars 1988	947	80		15	4.82	0.59

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

Tableau 10 : Estimation des apports quotidiens en calcium, phosphore et fluor en Mars 1988 *

Source \ Lot Minéral	I			II			III			IV			V			VI		
	Ca g	P g	F ppm															
Fourrage	31	3.8	.	31	3.8	.	30	3.7	-	31	3.8	.	31	3.8	.	32	3.9	.
Minéraliment	18	7.9	285	18	7.9	289	3.2	6.4	63	6.4	12.8	125	11.5	6.9	20	.	.	.
Total	49	12	285	49	12	289	33	10	63	37	17	125	43	11	20	32	3.9	.
Normes (INRA, 1985 NRC, 1976)	16-26	12-16	30	16-26	12-16	30	16-26	12-16	30	16-26	12-16	30	16-26	12-16	30	16-26	12-16	30
Seuil critique	.	.	100	.	.	100	.	.	100	.	.	100	.	.	100	.	.	100
Poids moyen des lots en Mars 1988 (en kg)	259			255			252.7			257.8			260.5			263.9		
Ingestion des taurillons kg/jour	6.5			6.4			6.3			6.4			6.5			6.6		

* à partir de l'ingestibilité du fourrage (2.5 kg matière sèche par 100 kg poids vif), de sa teneur moyenne en minéraux et de la teneur des phosphates en minéraux

Tableau 11 : 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) Cendre d'os Plasma	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) Cendre d'os Plasma	11.5 % 17.6 % 4.5 mg/100 ml
Potassium, %	0.80	0.5-0.7	0.50	-----	- - - -
Sodium, %	0.18	0.06-0.10	0.04-0.10	Salive	100-200 mg/ml
Souffre, %	0.20	0.08-0.15	0.14-0.26	- - -	- - - -
Cobalt, ppm	0.10	0.07-0.1	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	Lait	300 µg/jour
Fer, ppm	50	20	30-50	Hémoglobine Transferrine	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 Poil ou laine	0.25 ppm 0,03 µg/ml 0.25 ppm
Zinc, ppm	40	20-40	35-50	Sérum	0.6-0.8 µg/ml
Toxicité					
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 basées sur la matière 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 l'état 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 12 : COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE FORAGE
DE DÁHRA

	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	2.5
Mg ppm	6.2	
Fe ppm	0.16	-
Fluor ppm	1.3	2

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 - Les apports en calcium, phosphore et fluor

Le tableau 10 donne une estimation des apports quotidiens de calcium, phosphore et fluor, comparativement aux besoins du taurillon en croissance, et au seuil critique, avec comme exemple le mois de mars 1988

Pour le calcium, on note un excès d'apport certainement aggravé par la présence d'eaux calciques dans la zone de Dahra (CALVET 1965). Le déséquilibre phosphocalcique qui en résulte ne favorise pas une bonne absorption de ces éléments.

Les apports de phosphore sont corrects pour les lots 1, 2, 3, 4 et 5. Le témoin a un défaut d'apport très important.

Les quantités de fluor ingérées par les lots 1 et 2 sont de deux fois supérieures au seuil de 100 ppm considéré comme critique (NRC 1980, d'après CONRAD et al. 1985, CHURCH 1984).

La consommation de ces phosphates pendant quelques années devrait entraîner la fluorose (UNDERWOOD, 1956).

Le fluor absorbé par les lots 3 et 4 n'est pas très élevé.

La relative tolérance du fluor des phosphates par les ruminants peut être expliquée par une mauvaise assimilation de ces sources de minéraux dans lesquels le fluor est sous forme de sel calcique peu soluble contrairement au fluorure de sodium (UNDERWOOD 1956, GUEGUEN 1961).

Une étude de la digestibilité réelle du calcium, du phosphore et du fluor des phosphates nous permettrait d'évaluer leur pourcentage réellement fixé et utilisé par l'organisme

3.5 - L'examen clinique

3.5.1 - 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.

3.5.2 - L'appareil osseux

Aucune boiterie ou exostose n'a été observée.

3.5.3 - 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.

3.6 - Comportement pondéral 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.

3.6.1 - 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

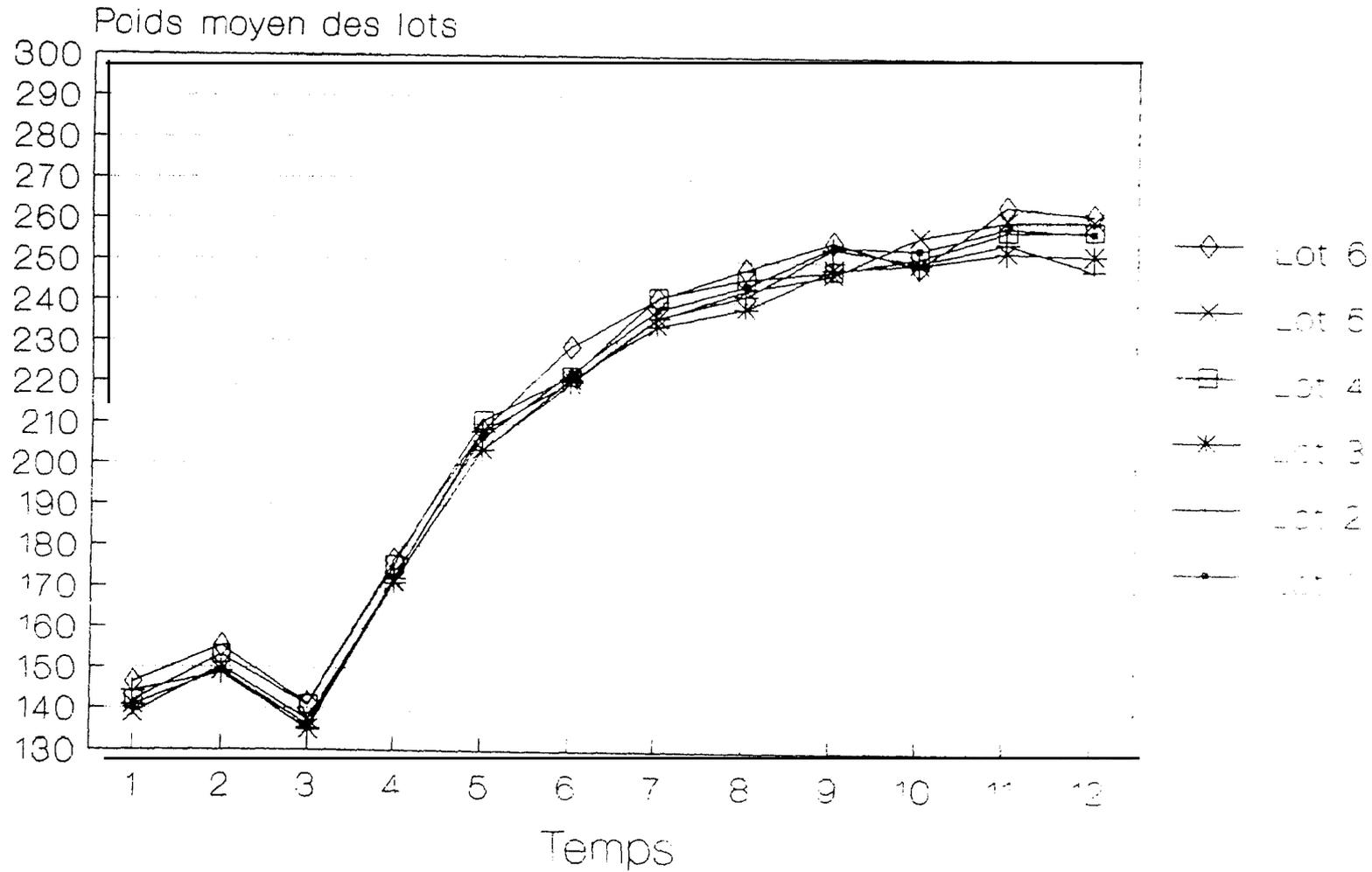
Tableau 13 : POIDS MOYEN MENSUEL DES ANIMAUX

	1	2	3	4	5	6	7
	Dat. D	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
1	07.06.87	140.60	144.10	140.60	141.70	138.60	146.30
2	07.07.87	149.30	148.60	149.10	153.10	150.30	155.30
3	02.08.87	136.00	135.20	134.80	140.80	137.20	141.10
4	01.09.87	172.10	171.90	171.00	175.20	171.30	176.40
5	30.09.87	206.80	208.10	203.60	210.80	203.60	208.40
6	27.10.87	222.30	220.30	220.80	221.50	219.90	228.80
7	24.11.87	237.90	236.00	234.00	241.10	235.80	240.70
8	22.12.87	244.00	241.50	238.40	245.70	242.90	248.00
9	19.01.88	253.80	253.30	248.30	247.70	246.80	254.80
10	16.02.88	253.00	250.10	249.60	251.10	25 6.40	248.90
11	14.03.88	259.00	255.00	252.70	257.80	260.50	263.90
12	12.04.88	257.60	248.50	252.10	258.10	260.50	262.00

Tableau 14 : GAIN MOYEN QUOTIDIEN DES LOTS g/jours

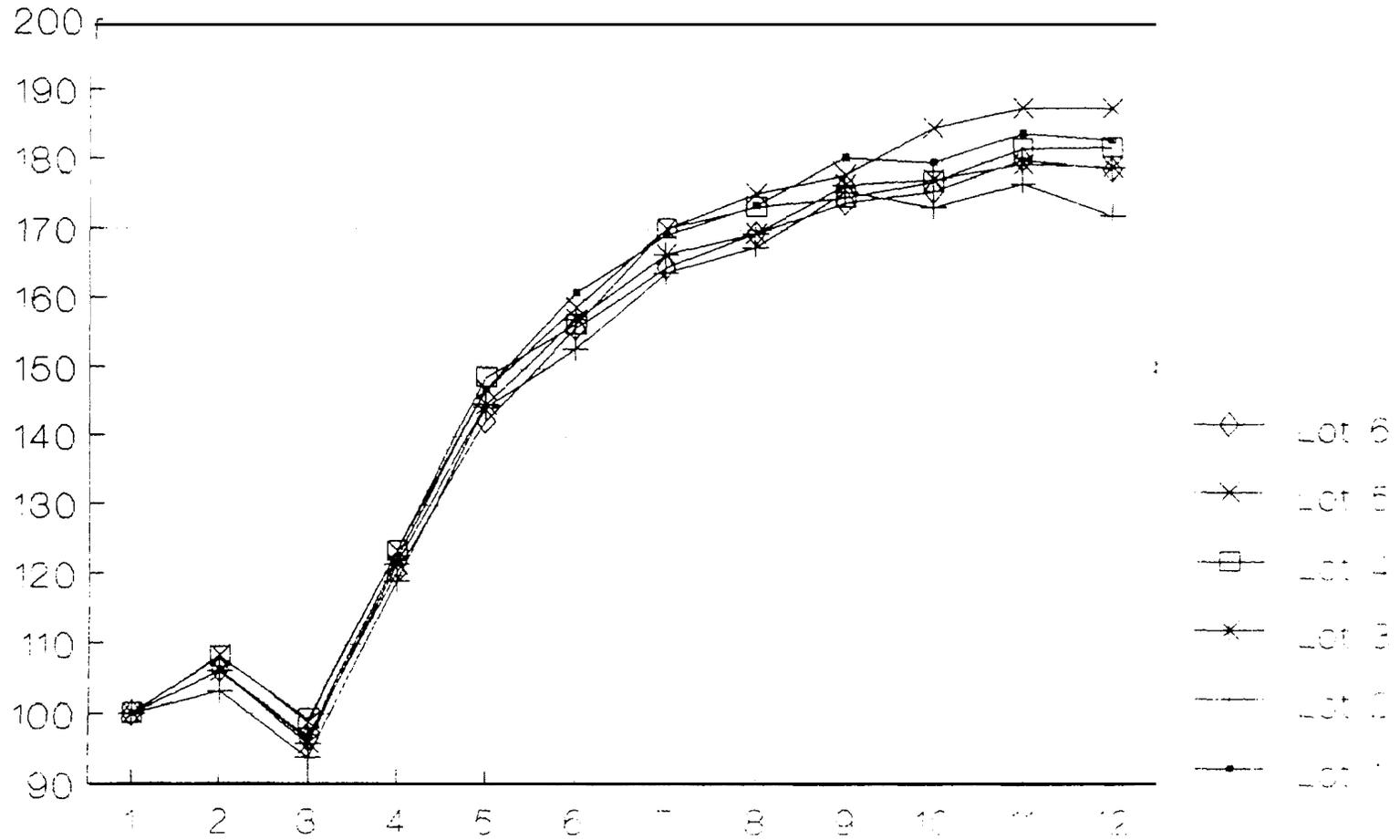
Lots		I	II	III	IV	V	VI
Périodes							
6/6-6/7	1987	281	145	274	367	377	290
7/7-1/8	1987	-511	-515	-550	-473	-504	-546
1/8-30/8	1987	1200	1200	1200	1100	1 130	1 176
31/8-29/9	1987	1 150	1 200	1080	1 180	1 070	1060
30/9-27/10	1987	750	469	661	423	630	754
28/10-24/11	1987	507	571	471	700	568	454
25/11-21/12	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

EVOLUTION PONDERALE DES ANIMAUX Programme IMPHOS Dahra (Senegal)



PROGRAMME IMPHOS Dahra (Senegal)

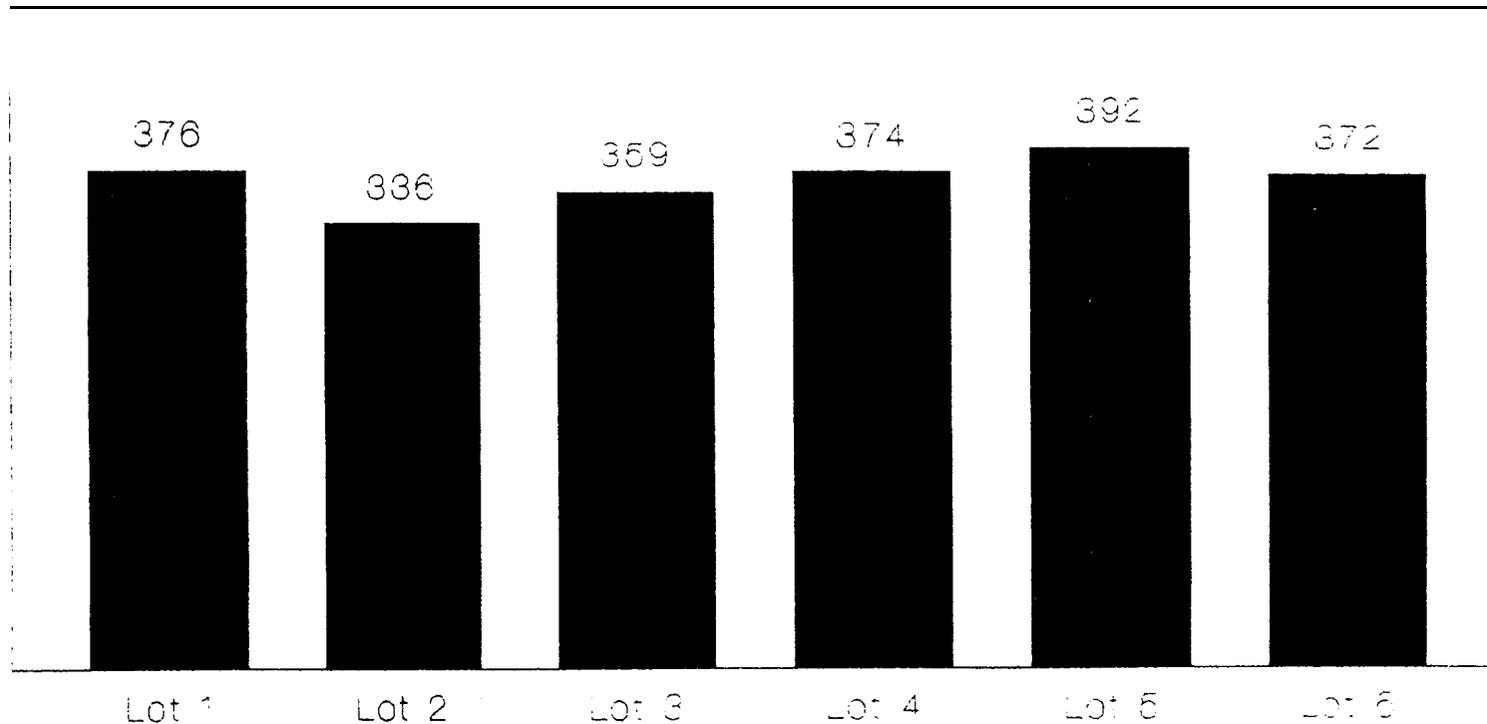
Évaluation de l'impact des engrais ramenes a 100



Courbe 3

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

GQM en grammes



LOTS

$Lot_5 > Lot_1 > Lot_4 > Lot_6 > Lot_3 > Lot_2$

■ GQM sur 311 j

NS

ISRA - DRFSA / LNERV - ORZ Dahra IMPHOS

même 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	NS

3.6.2 • 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).

CONCLUSION

1 - Influence des phosphates naturels

. *Toxicité du fluor*

La distribution quotidienne de 50 et 100 g de phosphate de Thiès par animal 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.

Les variations de consommation qui ont affecté les lots Taïba (1 et 2) nous empêchent d'affirmer formellement 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 de manière discontinue (lot 2) sans présenter de signes d'intoxication au fluor.

La coloration des dents qui affecte l'ensemble du troupeau (y compris les témoins ou le lot poudre d'os) suggèrent l'existence d'une fluorose dentaire subclinique attribuable aux faibles doses de fluor contenues dans l'eau d'abreuvement. Cela ne semble pas affecter négativement l'état général du troupeau.

Les phosphates de Thiès et de Taïba aux doses respectives de 100 et 50 g par animal et par jour semblent être utilisables en em-bouche intensive et semi-intensive sans risque d'intoxication au fluor.

Ces premiers résultats confirment ceux de DIALLO (1985) et NDIAYE (1985) en ce qui concerne le phosphate de Taïba.

Dans la poursuite des expériences, une amélioration de l'appé-tabilité du phosphate de Taïba, devrait permettre de connaître la durée maximale de tolérance de ce produit par les bovins.

. Influence sur les performances des taurillons

De juin 1987 à mars 1988, aucune influence significative des suppléments minéraux (phosphates et poudre d'os) sur le comportement pondéral du troupeau n'a été observée.

En avril 1988, la poudre dos a eu une influence positive sur le gain de poids du lot 5 qui a été significativement supérieur au témoin.

L'effet des suppléments minéraux (phosphates et poudre d'os) pourrait se préciser en période de soudure au cours de laquelle leur action limitative sur les pertes de poids a été décrite par CALVET et coll. (1972) puis DIALLO et coll. (1983) dans le Ferlo. Les données des mois de mai, juin et juillet nous permettront de vérifier cette tendance.

Il faut dire que les taurillons ont bénéficié de conditions nettement améliorées comparativement au milieu extérieur: bonne qualité du pâturage, forte présence de ligneux riches en phosphore, charge optimale, temps séjour sur pâturage au moins égal à 18 heures sur 24, abreuvement à volonté.

Ces bonnes conditions ont sans doute supprimé le besoin en phosphore et masqué l'effet de la supplémentation minérale.

Cet effet pourrait s'extérioriser dans des conditions d'élevage plus proches du milieu traditionnel (pâturage de moins bonne qualité, diminution du temps de pâture, contrôle de l'abreuvement).

Les expériences devraient se poursuivre en respectant ces conditions.

2 - Particularités nutritionnelles des phosphates naturels

Mieux consommé et moins riche en fluor que le phosphate de Taïba, le phosphate de Thiès est cependant moins soluble et d'un rapport Ca/P plus déséquilibré en faveur du phosphore. Ce déséquilibre peut être corrigé par le mélange avec une source naturelle de calcium comme la roche calcaire ou les coquilles d'huître broyées.

Il est nécessaire **de** poursuivre les travaux en milieu contrôlé, d'assurer une consommation totale de phosphates naturels en vue d'identifier le seuil de toxicité et **la** durée maximale de distribution.

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 - Conditions d'utilisation des phosphates naturels
dans les sols acides.
Communication présentée aux journées d'études
sur l'utilistion des phosphates naturels dans la nu-
trition 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 zé-
bus 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 - Aphasporose 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 O & 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 miné-
rales 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 Déve-
loppement International.
- 13 - DIALLO (I.), MBAYE (N.), GUERIN (H.), 1983 - Effet d'une com-
plémentation 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 miné-
raux comme source de phosphore pour les ani-
maux.
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 BERTAUDIÈRE (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 années 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 : 312-340.
- 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.