

Alim ah

REPUBLIQUE DU SENEGAL

ZV0000 803

-----  
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL  
-----

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES  
AGRI COLES (I.S.R.A)  
-----

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE  
ET DE RECHERCHES VETERINAIRES  
BP 2057

DAKAR - HANN

UTILISATION DES SOUS-PRODUITS INDUSTRIELS  
ET RESIDUS DE RECOLTE DANS  
L'INTENSIFICATION DES PRODUCTIONS ANIMALES

PAR  
DR SAFIÉTOU T. FALL

REF, N° 71/AL.NUT.  
SEPTEMBRE 1986,

## 1. INTRODUCTION

Le cycle chronique de sécheresse, une mauvaise répartition des pluies, une utilisation mal organisée des parcours naturels du fait de la transhumance, le péril acridien, les feux de brousse **et** autres calamités naturels entretiennent les pâturages des zones sahéliennes **dans** un état de dégradation continue depuis plus d'une décennie.

Les résidus de récolte et déchets industriels constituent un appoint indispensable à toute stratégie d'alimentation du bétail principal frein au développement de l'élevage dans le sahel.

La récupération, la conservation et l'utilisation optimale des sous produits agro-industriels est une politique importante à mener pour assurer la supplémentation des troupeaux dans les zones extensives d'élevage et l'intensification de la production de lait et de viande en zone péri-urbaine.

La conception de plans nationaux d'alimentation du bétail requiert une bonne connaissance des contraintes techniques (zootechniques et nutritionnelles) et économiques.

Après un bref rappel des données chiffrées concernant le disponible alimentaire pour le bétail (pâturages, résidus de récolte et sous produits industriels), nous nous intéresserons à l'utilisation pratique des sous produits agro-industriels avec la formulation des aliments du bétail. Après quoi nous discuterons les résultats d'essais alimentaires menés en Afrique avant d'aborder le problème de l'amélioration des pailles par traitement chimique.

Tableau 1 : Production céréalière dans les pays du CILSS  
Source CILSS, décembre 1985

Pays	Grains q, 1000 T	Résidus q x 2.5 (1 000 T)
Burkina Faso	1 584	3 960
Cap-Vert	2	5
Gambie	134	335
Mali	1 402	3 505
Mauritanie	60	150
Niger	1 784	4 460
Sénégal	1 250	3 125
Tchad	690	1 725
<b>TOTAL</b>	<b>6 906</b>	<b>17 265</b>

1- LES ALIMENTS DISPONIBLES POUR LE BETAIL EN AFRIQUE

1. Les pâturages naturels :

Au dessus de l'isohyète 200 mm, le taux de recouvrement des sols est faible. Ce sont des zones arides où l'élevage nomade se raréfie.

L'essentiel du bétail trypanosensible se trouve entre les isohyètes 200 et 500 mm. On y trouve une végétation arbustive clairsemée dominée par les ligneux (genres Balanites, Combretum, Acacia) avec une strate herbacée peu dense composée de graminées.

Une partie de ce troupeau migre plus au sud où la végétation arbustive se densifie. Le tapis herbacé est plus important avec apparition de graminées de grande taille du genre Andropogon. Le bétail trypanotolérant est localisé dans les zones humides où la végétation est plus abondante.

Dans les pays du CILSS, les surfaces pâturées avoisinent 142 millions d'hectares (FAO 1986).

Selon les zones et d'une année à une autre le biomasse varie de 100 à 1 200 kg/Ha.

Ce potentiel fourrager a une valeur alimentaire variable, mais globalement faible. Il ne suffit pas à l'entretien du bétail. Le mode extensif d'élevage est le plus répandu avec le plus souvent des mouvements incontrôlés du bétail et une surcharge des parcours.

2. Les résidus de récolte :

Les pailles de céréales et fanes de légumineuses constituent une source alimentaire non négligeable pour le bétail. Une estimation des quantités disponibles dans les pays du CILSS est indiquée par le tableau 1.

Dans beaucoup de pays une détermination précise à l'aide d'enquêtes, des quantités disponibles reste à faire.

Ces résidus de récolte ne sont pas souvent utilisés à hon escient pour l'alimentation du bétail. Une grande partie n'est pas collectée et est brûlée sur les champs.

Tableau 2 : Sous-produits agro-industriels disponibles  
(potentiellement) dans quelques pays (en tonnes)

Sous-produits	Burkina Faso	Mali	Niger	Sénégal	TOTAL
Tourteau d'arachide		-		300 000 (+)	300 000
Tourteau de coton	11 000	33 000	.	15 000	59 000
Graine de coton	5 000	10 000	2000	34000	51 000
Mélasse	12 000	5000		33 000	50 000
Son de blé	7 000	8 000	.	-	15 000
Drêches	9 000	x	x	x	9 000

▪ pas disponible

x chiffre pas disponible

. importé

+ exporté

Source : FAO 1986.

### 3. Les sous produits industriels :

Les résidus du traitement des oléagineux (arachide, graine de coton, **palmiste**, karité etc...) **et** des céréales (riz, blé), les drêches et sous produits d'abattoirs, constituent des sources protéiques, énergétiques et- minérales indispensables à l'intensification des productions animales.

La liste du tableau 2 n'est pas exhaustive.

L'évaluation des quantités disponibles, l'organisation de la commercialisation et leur utilisation optimales dans l'élevage demeurent une nécessité dans beaucoup de pays.

Résidus de récolte et sous produits industriels sont des matières premières, source d'énergie, d'azote, de minéraux et vitamines utilisables dans la fabrication d'aliments complets pour le bétail.

## II- LA FORMULATION DES ALIMENTS

### A) Principe

La formulation des aliments est la combinaison des matières premières visant à couvrir les besoins nutritionnels d'animaux à un stade déterminé de leur vie et dans le but d'assurer un certain type de production à un certain niveau. Cet aliment doit être conçu de façon à préserver le coût le plus faible.

L'aliment, ainsi fabriqué doit satisfaire simultanément à 6 types de contraintes.

#### 1. Les contraintes zootechniques :

Elles concernent l'influence de la matière première sur la production animale.

La mélasse par exemple qui est une source glucidique facilement utilisable détermine une fermentation à prédominance propionique dans le rumen et favorise ainsi la production de viande. Utilisée en excès elle a par contre un effet négatif sur la production laitière favorisée par une fermentation plutôt acétique.

Chez la volaille, sa haute teneur en potassium provoque des diarrhées qui humidifient les litières et développent un microbisme d'élevage.

Donc selon leurs caractéristiques chimiques les matières premières ont une influence positive ou négative sur les productions animales. Il est important d'en tenir compte dans leur choix.

#### 2. Les contraintes nutritionnelles :

Elles tiennent à la satisfaction des besoins nutritionnels des animaux. Ces besoins sont d'ordre énergétique, protéique, minéral (macro et oligo éléments) et vitaminique. Ils doivent être satisfaits en tenant compte d'une capacité d'ingestion définie.

Les besoins nutritionnelles des différentes espèces animales ont une source principalement bibliographique.

**L'ARC**, **NRC**, **INRA** par exemple ont établi des normes concernant les races tempérées.

Ces travaux de recherche ont commencé et se poursuivent dans les

pays tropicaux pour la détermination de besoins spécifiques aux races tropicales.

Ces tables des besoins tiennent compte d'une certaine marge d'erreur liée aux variations des quantités ingérées et de la valeur alimentaire des matières premières.

### 3. Les contraintes alimentaires :

Elles concernent la valeur alimentaire des matières premières et de l'aliment fini. Elles sont déterminées par l'analyse bromatologique, la digestibilité. Ces mesures ont de plus en plus tendance à être complétées par la dégradabilité des nutriments in situ pour caractériser leur disponibilité. L'aliment fini doit être apétable et bien consommé par les animaux pour atteindre les niveaux de production attendus.

### 4. Les contraintes technologiques :

Après la détermination des proportions dans lesquelles les matières premières doivent être mélangés, le traitement technologique consiste essentiellement en 4 opérations : le broyage, le mélange, la granulation, le floconnage.

Le broyage se fait à un tamis déterminé.

Le mélange doit être homogène et stable pour éviter qu'un tri soit effectué.

Les granulés ont un diamètre et une dureté variable en fonction de l'espèce animale. Si le bovin peut parfaitement consommer un concentré homogène non granulé ou à granulation grossier-e et friable, <sup>pour</sup> le lapin par contre, il faut une granulation obligatoire fine et très dure qu'il peut ronger avec ses incisives ; la présentation de l'aliment sous une forme farineuse ou en granulé friable provoque une rhinite allergique.

Il existe actuellement des appareils sophistiqués et très opérationnelles mais d'un coût énergétique dont la rentabilité n'est pas toujours évidente.

Notons que ces quatre opérations ne sont pas toujours nécessaires. Chez les ruminants, le mélassage des pailles et coques peut se faire au niveau de l'atelier de production à l'aide d'une fourche.

En revanche chez les volailles l'aliment doit avoir une texture semoulaire qui requiert un broyage et un mélange adéquat.

LE. granulé doit avoir une bonne présentation, pour cela un choix judicieux des matières premières est nécessaire.

Exemple : le blé au broyage a une texture pulvérulente qui favorise les pertes au cours de la consommation chez la volaille.

Pour la bonne tenue de l'aliment, son incorporation est limitée à 30 % chez les pondeuses.

On lui préfère le maïs, plus riche en matière grasse, plus riche en carotène et a une texture semoulaire parfaite.

#### 5. Les contraintes économiques :

L'incorporation d'une matière première à un aliment doit se justifier par une disponibilité locale satisfaisante.

Le coût du transport limite la rentabilité de l'aliment. De même les unités de fabrication des aliments du bétail doivent se localiser dans les lieux de production pour que l'offre soit en adéquation avec la demande dans une même zone.

#### 6. Les contraintes légales :

Elles concernent les additifs alimentaires. Ils doivent être incorporés dans les aliments à des taux permis par la législation locale.

#### B) La formulation des aliments

Elle tient compte d'une part de la valeur alimentaire des matières premières, de leur prix et d'autre part des besoins nutritionnels des animaux. Le mélange doit satisfaire ces besoins au moindre coût.

Les matières premières mélangées ont une action additive. On tiendra compte de la somme des besoins de l'animal : entretien + production.

#### 1. La formulation simple :

La formulation se fait par "tatonnement" en tenant compte des normes bibliographiques concernant la valeur alimentaire des aliments et les besoins des animaux.

Tableau 3 : Valeur alimentaire des aliments disponibles

Matières premières	Prix	Cellulose brute p.100	Matière sèche kg/kg	Energie métabolisable cal/kg	Matière protéique brute p.100	Calcium P.100	Phosphore p.100	Lysine p.100	Méthionine p . 100
Maïs	90	2	0.90	3 445	9	0.03	0.27	0.20	0.18
Sorgho	85	2	0.90	3 270	11	0.04	0.29	0.30	0.16
Son de blé	20	10	0.85	1300	15	0.15	1.15	0.50	0.17
Farine de poisson	165	1	0.85	2 980	61	5.5	2.8	5.30	1.80
Tourteau d'arachide	55	13	0.85	2 650	48	0.2	0.65	2.3	0.4
Carbonate de calcium	120	0	0.97	0	0	37.5			
Poudre d'os	65	0	0	0	12	29	13.5	0	0

Exemple : Formule alimentaire pour pondeuse à partir de 22 semaines avec comme aliments disponibles :

le maïs broyé,  
 le sorgho broyé,  
 le son de blé,  
 la coque d'arachide broyée,  
 la farine de poisson,  
 le tourteau d'arachide,  
 le carbonate de calcium,  
 la poudre d'os.

L'aliment doit titrer :

2750 à 2950	kcal d'énergie métabolisable	EM
16 à 17.5 %	de matière protéique brute	MBP
3 à 6 %	de cellulose brute	CB
3.5 à 4 %	de calcium	ca
0.7 à 0.8%	de phosphore	P
0.5 à 0.7%	de lysine	Lys.
0.3 à 0.5%	de méthionine.	Méth.

La valeur alimentaire des matières premières disponibles. (figure au tableau 3);

On procède par tâtonnement pour avoir un mélange des matières premières disponibles, susceptibles de satisfaire les besoins nutritifs.

Soit la formule 1 :

Maïs	40 %
Sorgho	25 %
Son de blé	10 %
Farine de poisson	5 %
Tourteau d'arachide	15 %
Carbonate de calcium	5 %

## Formule 1 :

## Calcul des apports

Matières Premières	Apports								
	Q	MS	CB %	EM kcal/kg	MP B %	Ca %	P %	Lys. %	Mét. %
Mais	40	36	0.72	1240.2	3.24	0.010	0.097	0.072	0.064
Sorgho	25	22.5	0.45	735.75	2.47	0.009	0.065	0.067	0.036
Son de blé	10	8.5	0.85	110.5	1.27	0.012	0.097	0.042	0.014
Farine de poisson	5	4.25	0.042	126.65	2.50	0.23	0.119	0.225	0.076
Tourteau d'arachide	15	12.75	1.65	337.87	6.12	0.025	0.082	0.279	0.048
Carbonate de calcium	5	4.85	0	0	0	1.818	0	0	0
<b>Total</b>	100	88.85	3.71	2550.9	15.69	2.09	0.46	0.685	0.238
Total % MS		100	4.17	2871.0	17.65	2.35	0.51	0.770	0.267
Besoin		100	3 à 6	7753 à 2900	16 à 17.5	3.5 à 4	0.7 à 0.8	6.5 à 6.7	0.3 à 0.5
Bilan			+	+	+			+	(légère- ment)

L'énergie et les matières protéiques sont équilibrées  
Par contre il y a un déficit minéral non négligeable.

Formule 2 :

Calcul des apports

Matières premières	Apports								
	Q	MS	CB %	EM kcal/kg	MP B %	Ca %	P %	Lys. %	Mét. %
Maïs	40	36	0.72	1240.2	3.24	0.01	0.097	0.072	0.064
sorgho	20	18	0.36	588.6	1.98	0.007	0.052	0.054	0.028
son de blé	10	8.5	0.85	110.5	1.27	0.12	0.097	0.042	0.014
Farine de poisson	5	4.2	0.042	126.6	2.59	0.23	0.119	0.225	0.076
Tourteau d'arachide	18	15.3	1.98	405.45	7.34	0.03	0.099	0.351	0.061
Carbonate de calcium	7	6.7	0	0	0	2.54	0	0	0
Total % brut	100	88.8	3.95	2471.3	16.42	2.93	0.46	0.744	0.243
Total % MS			4.44	2781.7	18.48	3.29	0.52	0.84	0.273
Besoins % MS		100	3 à 6	2750 à 2900	16 à 17.5	3.5 à 4	0.7 à 0.8	0.5 à 0.7	0.3 à 0.5
Bilan					+ 0.98		- 0.18	+ 0.14	+ 0.027

Les besoins énergétiques et calciques sont satisfaits.  
 La concentration en cellulose brute est correcte.  
 Il y a cependant un excès en matières protéiques brutes, en lysine et méthionine et une carence en phosphore.

Formule 3 :

Calcul des apports

Matières Premières	APPORTS								
	Q	MS	CB	EM	MP B	Ca	P	Lys.	Mét.
Maïs	41	36.9	3.73	1271.2	3.32	0.011	0.099	0.073	0.066
sorgho	22	19.8	3.39	647.4	2.17	0.0079	0.057	0.059	0.031
Son de blé	9	7.65	3.76	99.4	1.14	0.0114	0.087	0.038	0.013
Farine de poisson	5	4.25	3.042	126.6	2.59	0.23	0.119	0.225	0.076
Tourteau d'arachide	15	12.75	1.65	337.8	6.12	0.25	0.082	0.279	0.048
Carbonate de calcium	6	5.82	0	0	0	2.18	0	0	0
Poudre d'os	2	1.94	0	0	0.23	0.56	0.26	0	0
<b>Total % MB</b>	<b>100</b>	<b>89.11</b>	<b>3.57</b>	<b>2482.5</b>	<b>15.5</b>	<b>3.25</b>	<b>0.70</b>	<b>0.67</b>	<b>0.23</b>
<b>Total % MS</b>		<b>100</b>	<b>4</b>	<b>2786</b>	<b>17.4</b>	<b>3.64</b>	<b>0.79</b>	<b>0.75</b>	<b>0.26</b>
<b>Besoin</b>			<b>3 à 6</b>	<b>2750 à 2900</b>	<b>16 à 17.5</b>	<b>3.5 à 4</b>	<b>0.7 à 0.8</b>	<b>0.5 à 0.7</b>	<b>0.3 à 0.5</b>
<b>Bilan</b>									

Formule optimale.

L'on doit souvent faire plusieurs bilans de formules avant de trouver les proportions adéquates.

La méthode par tâtonnement est donc fastidieuse, : Elle tend à disparaître au profit de méthodes informatiques de calcul plus rapides et capables d'intégrer les aspects économiques de la formulation alimentaire.

B) La programmation linéaire :

L'ensemble des contraintes est simultanément satisfait à l'aide d'un système d'inéquations.

Les contraintes :

au moins 2750 kcal d'énergie métabolisable  
 au plus 2900 kcal " "  
 au moins 21 % de protéine brute  
 au maximum 6 % de cellulose brute  
 au moins 0.7 % de phosphore  
 au minimum 3.5 % de calcium  
 au minimum 0.5 % de lysine  
 au minimum 0.3 % de méthionine

La réalisation simultanée de ces conditions se fait en mélangeant les matières premières figurant au tableau 1 au moindre coût.

L'Expression algébrique des contraintes techniques donne un système de plusieurs inéquations à plusieurs inconnus :

$$\begin{aligned}
 & +3270 x_2 \\
 2900 \text{ kcal} & \geq 3445 x_1 + 1300 x_3 + 2980 x_4 + 2650 x_5 \geq 2750 \text{ kcal} \\
 17.5 \% & \geq 9 x_1 + 11 x_2 + 15 x_3 + 61 x_4 + 48 x_5 \geq 16 \% \\
 6 & \geq 2 x_1 + 2 x_2 + 10 x_3 + x_4 + 13 x_5 \geq 3 \\
 4 & \geq 0.03 x_1 + 0.04 x_2 + 0.15 x_3 + 5.5 x_4 + 0.2 x_5 + 37.5 x_6 \geq 3.5 \\
 0.8 & \geq 0.27 x_1 + 0.29 x_2 + 1.15 x_3 + 2.8 x_4 + 0.65 x_5 \geq 0.7 \\
 0.7 & \geq 0.20 x_1 + 0.30 x_2 + 0.50 x_3 + 5.3 x_4 + 2.3 x_5 \geq 0.5 \\
 0.5 & \geq 0.18 x_1 + 0.16 x_2 + 0.17 x_3 + 1.80 x_4 + 0.4 x_5 \geq 0.3 \\
 x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 & = 1
 \end{aligned}$$

Avec :  $x_1$  : pourcentage de maïs incorporé dans la formule

$x_2$  : " " sorgho " " " "

$x_3$  : " " son de blé

$x_4$  : " " farine de poisson " " " "

$x_5$  : " " Tourteau d'arachide " "

dans la formule

$x_6$  : pourcentage de carbonate de calcium incorporé dans la formule;

Minimisation du coût :

$$\text{Min. } [ 90 x_1 + 85 x_2 + 20 x_3 + 165 x_4 + 55 x_5 + 120 x_6 ]$$

Le système de  $n$  équation à  $m$  inconnu est résolu sur ordinateur.

Il existe aujourd'hui sur le marché des logiciels très performants qui mémorisent la valeur alimentaire des aliments et les besoins des animaux.

Connection avec Minitel donne des informations sur les fluctuations quotidiennes du cours des matières premières à l'échelle internationale permettant une satisfaction de la contrainte économique avec les prix réels du marché.

PROBLEME INTITULE: PONDEUSE 1.2.66

DATE: 30/07/1986

SOLUTION OPTIMALE **PONDEUSE DEMARRAGE 0 - 8 Semaines**

VALEUR DE LA FONCTION OBJECTIVE: 73.758448

CONTRAINTES

LGN N°	VALEUR	COUT MARG	LIM. INF	LIM. SUP	NOM
1	1.02663E+00	0.0000E-0	0.0000E-00	0.0000E+02	Q
2	9.51248E-01	0.0000E-0	0.0000E-00	1.0000E+02	MS
3	2.75000E+03	2.3815E-0	2.7500E+03	2.9000E+03	EM
4	1.70000E+01	5.3488E-0	1.7000E+01	2.0000E+01	MP
5	6.00000E+00	-1.6637E+0	0.0000E-00	6.0000E+00	CR
6	1.00000E+00	3.2000E+0	1.0000E+00	1.2000E+00	CA
7	7.00218E-01	0.0000E-0	7.0000E-01	2.0000E-01	P
8	9.07146E-01	0.0000E-0	5.0000E-01	1.0000E+00	LYS
9	3.00000E-01	2.3738E+0	3.0000E-01	1.0000E+00	MET

VARIABLES

N°	QUANTITE	≠ PRIX IN	LIM. INF.	LIM. SUP.	PRIX	NOM
1	5.20391E-01	0.0000E-0	0.0000E-00	1.0000E+02	3.5000E+01	MAIS
2	0.00000E-00	3.2356E+0	0.0000E-00	1.0000E+02	3.5000E+01	SORGHO
3	2.64140E-01	0.0000E-0	0.0000E-00	6.0000E+02	2.0000E+01	SON
4	5.09308E-02	0.0000E-0	0.0000E-00	1.0000E+02	1.6000E+02	F. DE POISSON
5	1.74376E-01	0.0000E-0	0.0000E-00	1.0000E+02	7.5000E+01	T. D'ARACHIDE
6	1.67939E-02	0.0000E-0	0.0000E-00	1.0000E+02	1.2000E+02	C. DE CALCIUM
7	0.00000E-00	1.1522E+0	0.0000E-00	1.0000E+02	2.5000E+01	COQUE

Mais	50
Sorgho	0
Son de blé	27
Farine de poisson	5
Tourteau d'arachide	16.5
Carbonate de calcium	1.5
Coque d'arachide	0

Cette formulation a donc l'avantage de n'intégrer que les matières premières les plus performantes sur le marché.

Les fluctuations des prix ont une influence sur la formulation.

Pour chaque matière première, il y a cependant un intervalle de prix dans lequel le taux d'incorporation de la matière première ne change pas. C'est la plage d'invariance.

Le prix maximal à partir duquel la matière première devient économiquement compétitive et peut entrer dans la formule représente le prix d'intérêt.

# Graphique 1

Evolution pondérale des lots de taurillons témoins et complétés à Doli en rélevage

○ — ○ témoin 2-3 ans

● — ● témoin 1-2 ans

■ — ■ niveau 1

A — A niveau 2

X — X niveau 3

400

300

200

100

0

15.12.81 15.3.82 15.6.82 15.9.82 15.11.82 15.3.83 15.6.83 15.9.83

15.7.82

15.12.83 15.3.84 15.6.84

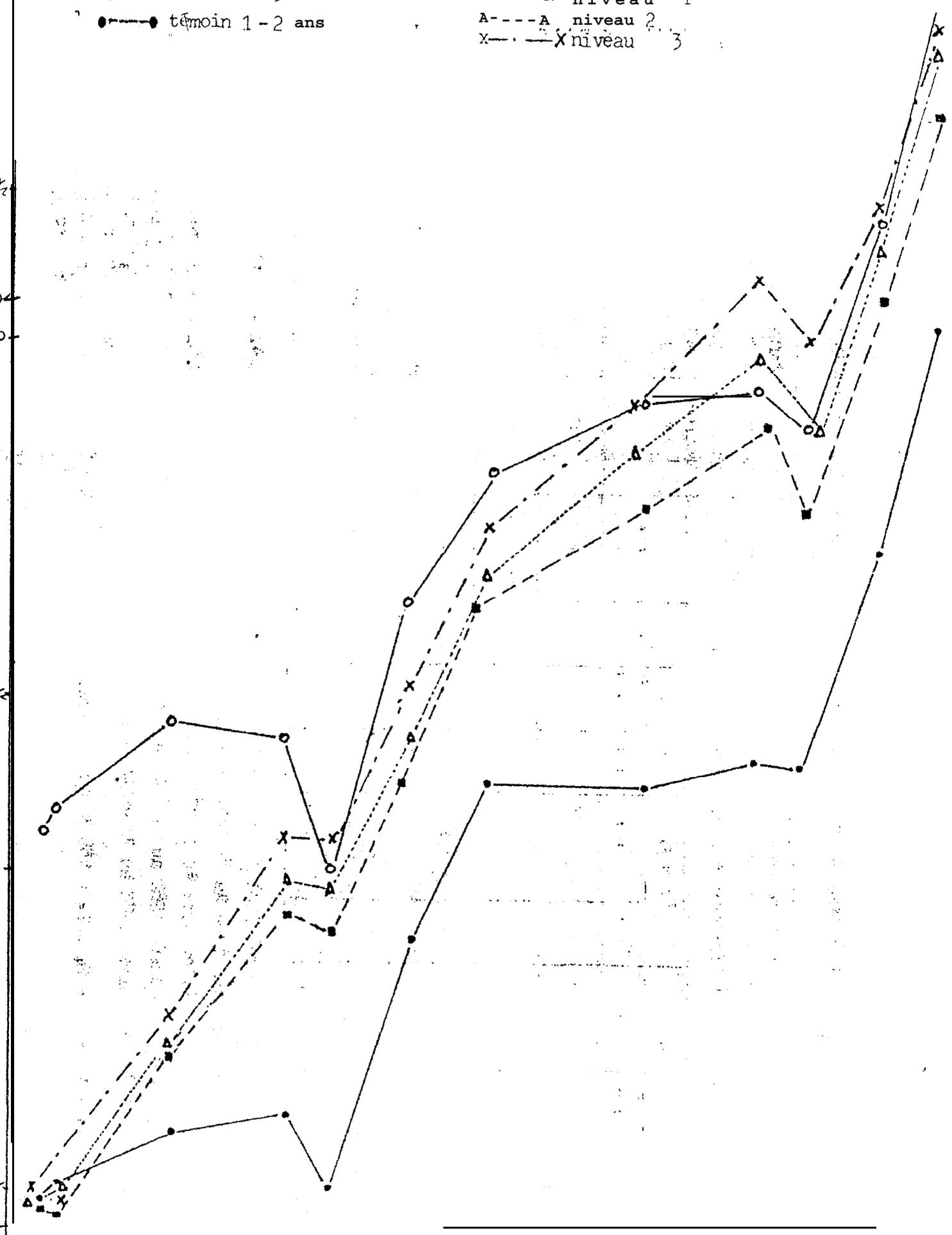


Tableau 4 : Calendrier de complémentation et performances des animaux en réélevage : Doli 1981-1983

	Calendrier de complémentation						Performances sur 2 ans d'expérience						
	Quantités distribuées g/animal/jour						Total dist. kg/2 ans		Poids entrée kg	Poids sortie kg	Gain de poids total/kg	Différence /témoin 1 kg	Gain moyen quotidien g/anim/j
	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub> - P <sub>4</sub>		P <sub>3</sub> - P <sub>5</sub>		T.A.	C.M.					
	T.A.	C.M.	T.A.	C.M.	T.A.	C.M.							
Témoin 1 1 - 2 ans n = 6	0	200 + 20	0	200 + 20	0	0	0	80 + 8	143	313	170		249
Témoin 2 2 - 3 ans n = 5	0	200 + 20	0	200 + 20	0	0	0	80 + 8	217	380	163	-7	240
Niveau 1 1 - 2 ans n = 12	400	200 + 20	500	200 + 20	0	0	200	80 + 8	136	355	219	+ 39	320
Niveau 2 1 - 2 ans n = 13	600	200 + 20	750	200 + 20	0	0	300	80 + 8	142	367	225	+ 45	330
Niveau 3 1 - 2 ans n = 19	800	200 + 20	1 000	200 + 20	0	0	400	80 + 8	139	374	235	+ 55	345

P<sub>1</sub> = du 15 décembre 1981 au 28 février 1982

P<sub>2</sub> = du 1er mars 1982 au 15 juillet 1982

P<sub>3</sub> = du 16 juillet 1982 au 15 décembre 1982

P<sub>4</sub> = du 16 décembre 1982 au 15 juillet 1983

P<sub>5</sub> = du 16 juillet 1983 au 31 octobre 1983

P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> + P<sub>3</sub> + P<sub>4</sub> + P<sub>5</sub> = 685 jours

T.A. = tourteau d'arachide

C.M. = complément minéral

▪ 200 g CM SODESP (86,5 p.100 son de blé,  
10 p.100 phosphate bicalcique,  
3,25 p.100 NaCl, 0,25 oligo-éléments  
(Ca : 9 p.100 - P : 12 p.100)

▪ 20 g multiphos (Ca = 23 p.100 - P = 17 p.100)

III- QUELQUES RESULTATS D'EMBOUCHE SEMI INTENSIVE ET  
INTENSIVE

Encore timide dans certains pays, l'utilisation des résidus de récolte et sous produits industriels dans le cadre de l'augmentation de la productivité du cheptel est assez vulgarisée dans d'autres.

L'exportation de sources d'azote comme les tourteaux, l'utilisation des coques comme combustible dans les usines, mènent une concurrence féroce à l'élevage et aggravent le problème d'approvisionnement en sous produits agro-industriels qui se pose aux éleveurs.

Les matières premières disponibles s'utilisent pour la supplémentation du bétail entretenu sur parcours naturels ou production semi-intensive ou intensive de viande, lait ou oeuf sur des animaux maintenus en stabulation.

1. Supplémentation du bétail entretenu sur pâturages dans les zones extensives d'élevage :

Le calendrier expérimental menés à Doli (Sénégal) de 1981 à 1983 sur des lots de taurillons 'Figure au tableau 4 .

Une complémentation azotée et minérale à l'aide de tourteau d'arachide et d'un supplément phosphocalcique a significativement amélioré les performances. La supplémentation minérale seule n'est pas suffisante. Elle doit être complétée par l'apport de source protéique supplémentaire.

Comparativement au niveau supérieur, 1000 g de tourteau d'arachide par animal et par jour, la distribution de 500 g de tourteau d'arachide par animal et par jour est plus rentable. Le tourteau supplémentaire est mal valorisé et le gain de poids total est peu différent. (Cf Tableau 4.)

Pendant la saison des pluies, il existe une croissance compensatrice plus forte pour les animaux non ou faiblement complémentés (cf. graphique 1).

La mauvaise qualité des pâturages en fin de saison sèche et l'apparition de jeunes pousses vertes en début de saison hu-

Tableau 5 : Valeur alimentaire et composition chimique des rations consommées

Déterminations	Rations		Paille de riz + graine de coton	Paille de riz + tourteau d'arachide de 500 g	Paille de riz + tourteau d'arachide de 1 kg	Paille de riz + tourteau d'arachide de 250 kg	Paille de riz + tourteau d'arachide de 10 p.100	Paille de riz + farine de riz + son de maïs	Paille de riz + farine de riz		Paille de riz + brisure de riz				
	Paille de riz								Bovins	Ovins		Bovins	Ovins	Bovins	Ovins
	Bovins	Ovins													
Matière organique g/kg MS	827 ± 19 n = 29	-	854 ± 25 n = 7	833 ± 9 n = 8	836 ± 1 n = 3	840 n = 2	793 n = 2	841 ± 2 n = 6	849 ± 19 n = 14	-	838 ± 5 n = 6				
Matière azotée g/kg MS	25 ± 13 n = 29	-	89 ± 12 n = 7	67 ± 8 n = 8	105 ± 1 n = 3	49 n = 2	147 n = 2	52 ± 2 n = 6	63 ± 11 n = 14	-	47 ± 2 n = 6				
Cellulose brute g/kg MS	360 ± 34 n = 29	-	335 ± 24 n = 7	334 ± 10 n = 8	320 ± 6 n = 3	325 n = 2	258 n = 2	255 ± 8 n = 6	260 ± 35 n = 14	-	242 ± 8 n = 6				
Matière grasse g/kg MS	14 ± 4 n = 29	-	53 ± 10 n = 7	11 ± 4 n = 8	13 ± 3 n = 3	10 n = 2	17 n = 2	29 ± 2 n = 6	31 ± 22 n = 14	-	12 ± 0 n = 6				
Extractif non azotée g/kg MS	428 ± 19 n = 29	-	381 ± 29 n = 7	422 ± 23 n = 8	397 ± 10 n = 3	456 n = 2	371 n = 2	505 ± 4 n = 6	495 ± 15 n = 14	-	583 ± 3 n = 6				
NDF g/kg MS	555 n = 1	-	503 ± 42 n = 6	-	-	-	499 n = 2	-	413 n = 2	-	-				
ADF g/kg MS	429 n = 2	-	497 ± 46 n = 6	-	-	-	324 n = 2	-	229 n = 2	-	-				
Lignine g/kg MS	62 n = 2	-	75 ± 10 n = 6	-	-	-	49 n = 2	-	46 n = 2	-	-				
Silice g/kg MS	-	-	-	-	-	-	15 n = 1	-	100 ± 9 n = 5	-	1,6 ± 0,1 n = 6				
Calcium g/kg MS	1,2 n = 2	-	2,4 ± 8,8 n = 7	1,6 ± 0,4 n = 8	1,6 ± 0,0 n = 3	2,3 ± 0,2 n = 2	3 n = 2	1,7 ± 0,1 n = 6	2,0 ± 0,4 n = 14	-	-				
Phosphore g/kg MS	0,7 n = 2	-	1,9 ± 0,6 n = 7	1,1 ± 0,1 n = 8	1,6 ± 0,0 n = 3	0,9 ± 0,0 n = 2	2,5 n = 2	2,4 ± 0,4 n = 6	4,0 ± 1,7 n = 6	-	-				
Magnésium g/kg MS	-	-	-	-	-	-	2,2 n = 2	-	3,2 ± 0,6 n = 6	-	-				
Potassium g/kg MS	-	-	-	-	-	-	14,9 n = 2	-	11,7 ± 4,1 n = 6	-	-				
Cobalt ppm	-	-	0,5 n = 1	-	-	-	0,5 n = 2	-	0,6 n = 2	-	-				
Cuivre ppm	-	-	5,8 n = 1	-	-	-	7,5 n = 2	-	9,1 n = 2	-	-				

Tableau 5 (suite)

Zinc ppm			43,1 n = 1	-			47,2 n = 2		43,8 n = 2		-
Manganèse ppm			623 n = 1	-	-	-	n = 1		5 880 n = 2	-	-
Fer ppm			1 186 n = 1	-	-	-	1 103 n = 1	-	967,0 n = 2	-	-
Sodium ppm					-	-	-	-	1 938 n = 1	-	-
Digestibilité de la matière sèche p.100	56 ± 5 n = 15	49 ± 3 n = 15	50 ± 4 n = 7	54 ± 3 n = 6	57 n = 3	63 n = 2	47 n = 2	75 ± 2 n = 6	59 ± 4 n = 13	47 n = 2	50 ± 4 n = 6
Digestibilité de la matière organique p.100	64 ± 4 n = 15	58 ± 4 n = 15	57 ± 4 n = 7	63 ± 3 n = 6	64 n = 3	69 n = 2	57 n = 2	79 ± 1 n = 6	74 ± 3 n = 13	55 n = 2	58 ± 3 n = 6
Matière organique digestible ingérée g/kg P 0.75	39 ± 7 n = 15	23 ± 4 n = 15	28 ± 2 n = 7	43 ± 8 n = 8	-	-	-	91 ± 15 n = 5	34 ± 15 n = 13	-	33 ± 4 n = 6
Matière azotée digestible g/kg MS	3 ± 4 n = 15	0 ± 13 n = 15	45 ± 10 n = 7	36 ± 9 n = 8	76 n = 3	84 n = 2	107 n = 2	33 ± 1 n = 5	42 ± 7 n = 13	43 n = 2	10 ± 3 n = 6
Matière sèche volontairement ingérée p 0.75	74 ± 9 n = 15	48 ± 7 n = 15	60 ± 4 n = 7	95 ± 15 n = 8	100 n = 3	101 n = 2	53 n = 2	137 ± 21 n = 6	102 ± 32 n = 13	65	69 ± 5 n = 6

Tableau 6 : Ration à base de paille de riz. Consommation et évolution pondérale des animaux

Lot n°	1	2	3	4	5	6
Durée essai	4 mois	4 mois				
Animus						
Race	Cobra	Gobra	Gobra	Gobra	Gobra	Cobra
Age	3 à 5 ans	3 à 5 ans				
Sexe	mâle	mâle	mâle	mâle	mâle	mâle castré
Poids	271.5 ± 20	271.5 ± 12.5	271.9 ± 25.7	271.7 ± 11.7	270 ± 15.5	284.6 ± 14.2
Alimentation	paille de riz ad lib concentré	paille de riz ad lib 1 kg de TA/jour 250 kg phosphate bicalcique	paille de riz ad lib mélange TA 60 p.100 Urée 15 p.100 CMV 25 p.100			
Comportement pondéral						
Gain total kg	77.5 ± 11	65.5 ± 9.4	82 ± 10.3	74.7 ± 11.8	33.5	31.5
GMQ g/j	698	590	739	672	403	380
Consommation						
Fourrage kg	538	583	619	573	607	637
Concentré kg	527	506	512	509	97.9	49.8

mide crée un déséquilibre responsable de la chute de poids enregistrée en juillet. Les animaux complémentés sont moins atteints.

2. Embouche intensive ou semi-intensive sur animaux en stabulation :

a) Rations à base de paille de riz :

Les résultats disponibles depuis une vingtaine d'année au LNERV de Dakar (Sénégal) concernent la valeur alimentaire de la paille de riz seule ou en association avec d'autres sous produits (cf. Tableau 5)

La paille de riz est pauvre en azote. Ses minéraux en majeure partie composés de silice ne sont pas disponibles. Elle est cependant une source de cellulose utilisable en association avec des compléments protéiques, énergétiques et minéraux. Des essais alimentaires ont été réalisés par Calvet en 1979 chez des bovins avec des rations à base de paille de riz. Cf. Tableau 6.

Différents types de compléments ont été testés. Le concentré 1 a une forte teneur en glucides facilement utilisables (une lasse + farine de sorgho) qui sont utilisés en prédilection par les micro organismes, ce qui déprime la valeur énergétique de la paille de riz (Cf. Tableau 7).

Les compléments distribués aux lots 5 et 6 sont essentiellement composés de tourteau d'arachide, de minéraux et d'azote non protéique ; la paille de riz devient ainsi une source cellulosique prépondérante, ce qui augmente sa valeur énergétique (Cf. Tableau 7).

La complémentation énergétique azotée et minérale de la paille de riz permet de valoriser pleinement ce résidu. Elle doit se faire en majorité avec des tourteaux. Les grandes quantités de produits glucidiques baissent la contribution énergétique de la paille de riz.

Tableau 7 : Valeur énergétique de la paille de riz dans chaque lot

N° lot	Quantité de paille consommée kg	Quantité de concentré consommé kg	UF apportées par le concentré	Totalité des UF utilisées	UF apportées par la paille	Valeur fourragère de la paille UF	p.100 de l'énergie apportée par la paille
1	538	527	474.3	587.6	113.3	0.21	19
2	583	506	404.8	538.94	134.14	0.23	24
3	619	512	409.6	605.85	196.25	0.31	32
4	573	509	458.1	576.69	118.59	0.20	20
5	607	97.9	78.3	336.37	258.05	0.42	76
6	637	49.8	29.8	339.25	309.37	0.48	90

Composition des concentrés :Concentré 1 :

Mélasses.....	10	kg
Farine de sorgho.....	60	kg
Gros son de blé.....	10	"
Remoulage de blé.....	8	"
Tourteau d'arachide.....	5	"
Urée.....	2	"
Complément minéral vitaminé (CMV)...	5	"

Titre : 0.8 UF et 115 MAD par kg

Concentré 2 :

Mélasses.....	10	kg
Farine de riz.....	45	"
Son de maïs.....	35	"
Urée.....	4.9	"
Complément minéral et vitaminé.....	5	"
Tourteau d'arachide	0.5	"

Titre : 0.9 UF et 125 MAD par kg.

b) Utilisation des graines et tourteaux de  
coton en embouche :

Cf. Tableaux 8, 9, 10, 11, et 12.

Calvet 1974.

La graine et les tourteaux de coton sont d'excellents aliments d'embouche.

Leur efficacité est meilleure dans les rations sèches. C'est donc un bon supplément du troupeau sur pâturage en période de soudure,

Les risques de toxicité du gossypol sont limités chez les ruminants qui manifestent une bonne tolérance à cette substance.

Tableau 8 : Embouche semi-intensive. Essai de Wakwa 1973  
Consommation et évolution pondérale des animaux

Lot n°	1 N = 10	2 N = 5	3 N = 8
Durée essai	3 mois	3 mois	3 mois
Animaux			
Race	Zébu	Zébu	Zébu
Sexe			
Age	3 à 4 ans	3 à 4 ans	3 à 4 ans
Poids	350 kg	350 kg	350 kg
Alimentation	Pâturage de saison sèche + foin sec + mélange de mélasse + urée + sels minéraux	Pâturage de saison sèche + foin sec + graine de coton + sels minéraux	Pâturage de saison sèche
Comportement pondéral			
Gain total kg	20.6 ± 4.2	47.9 ± 5.2	- 27.6 ± 4.5
Gain moyen quotidien g/jour	231 ± 47	537 ± 6	- 310 ± 51
Consommation			
Pâturage	à volonté	à volonté	à volonté
Supplément	1 kg/100 PV/jour	560 g/100 PV/jour	

L'apport de graine de coton a significativement amélioré la croissance des animaux.

Tableau 9 : Embouche semi-intensive. Essai de Niono 1972  
Consommation et évolution pondérale des animaux

Lot n°	1	2	3
Durée essai	15 mois	15 mois	15 mois
Animaux			
Race	18 zébu peul	18 Zébu maures	Témoin 8 zébus peuls + Y zébus maures
Sexe	mâle	mâle	mâle
Age	2 à 3 ans	2 à 3 ans	2 à 3 ans
Poids			
Alimentation	Pâturage naturel Son de riz 75 p.100 Graine de coton 25 p.100	Pâturage naturel Son de riz 75 p.100 Graine de coton 25 p.100	Pâturage naturel
Comportement pondéral			
Gain total kg	99.4 ± 10.7	92.1 ± 10.8	41 ± 14.5
Gain moyen quotidien g/jour	236	219	97
Consommation			
Pâturage	à volonté	à volonté	à volonté
Concentré/j/100 kg PV	760 g de son de riz 260 g de coton graine	760 g de son de riz 260 g de coton graine	

Tableau 11 : Essai de Bambey 1974

Lot n°	1	2
Durée essai	3 mois	3 mois
! Animaux		
! Race	! Zébu et métis de Bambey	! Zébu et métis de Bambey
! Alimentation	! + Fane d'arachide ! + foin de jachère ! + graine de coton broyée	! + Fane d'arachide ! + foin de jachère ! concentré = 25 p.100 de ! graine de coton + 75 p.100 ! de céréale
! Gmq g/jour	! 400 g	! 400 g

Le complément à base de graine de coton seule donne les mêmes performances que celui à base de céréales (75 p.100) et de graine de coton (25 p.100).

La graine de coton offre une possibilité plus économique.

Tableau 12 : Embouche intensive.  
Essais de Sangalkam 1972

Lot n°	1	2
Durée essai	112 jours	112 jours
! Animaux		
! Race	Zébu Gobra	Zébu maure
! Age	3 à 5 ans	3 à 5 ans
! Sexe	mâle	mâle
! Alimentation	! Coque d'arachide mélassée ! Son de blé ! Farine de riz ! Coton graine : 24 p.100	! Coque d'arachide mélassée ! Son de blé ! Farine de riz ! Coton graine : 24 p.100
! Gain de poids		
! Total kg	129	119
! Quotidien g/jour	1 152	1063

Tableau 13 : Embouche intensive  
Essai Sangalkam 1985

Lot n°	1	N = 13
Durée essai	55 jours	
! Animaux		
! Race	Zébu Gobra	
! Sexe	mâle	
! Age	2 - 5 ans	
! Poids	186 kg	
! Comportement pondéral		
! Gain de poids total kg	84.6	
! Gain quotidien moyen g/j	940	
! Consommation		
! Total période kg	6 457	
! par animal par jour kg MS	9.03	
! pour 100 kg PV par jour kg MS	3.9	
! Alimentation	! Mélasse ..... 27 p.100	
	! Coque d'arachide . . .*. . . . . 30 p.100	
	! Son de blé ..... 30 p.100	
	! Tourteau d'arachide ..... 10 p.100	
	! Complément minéral vitamine . . . . . 3 p.100	

IV- AMELIORATION DES RESIDUS DE RECOLTE PAR TRAITEMENT CHI-  
MIQUE

Les pailles représentent une part importante des résidus de récolte.

Elles sont caractérisées par une richesse en cellulose et une pauvreté en protéines.

Agées, leur utilisation comme source énergétique est limitée par le complexe lignocellulosique membranaire qui déprime l'utilisation digestive de la cellulose.

Le traitement des pailles a pour but de réaliser la rupture de ce complexe pour permettre aux micro-organismes d'accéder à la cellulose.

Parmi les réactifs chimiques, les alcalis (ammoniaque et urée) sont les plus utilisés. Ils provoquent une amélioration de la digestibilité des pailles et leur enrichissement en azote non protéique utilisables par les ruminants.

Nos résultats concernent le traitement comparatif à l'urée des pailles de maïs, mil, sorgho et riz.

1. La méthode :

a) L'effet espèce :

La paille hachée est aspergée à l'aide d'un arrosoir d'une solution urée/eau de 5 % à raison d'un litre de solution par kilo de paille brute. La paille est ainsi conservée sous silo banchée et étanche pendant trois semaines. Pailles de riz, maïs, mil et sorgho font l'objet d'une comparaison.

b) L'effet concentration d'urée :

Un mélange à poids égal de pailles de maïs, mil et sorgho est divisé en trois lots respectivement traités à 3, 5 et 6 % d'urée selon le procédé expérimental décrit ci-dessus.

Les trois concentrations sont comparées.

Tableau 14 : Effet du traitement à l'urée des pailles de riz, maïs, mil et sorgho sur leur teneur en matières azotées totales, leur digestibilité et l'ingestion

Pailles de céréales		Matière azotée totale p.100		Digestibilité de la matière sèche p.100		Matière sèche volontairement ingérée à g/kg PO-75	
Paille de riz	Traitée à l'urée 5 p.100	14.9	n = 1	54.48 ± 3.76	n = 6	61.01 ± 9.53	n = 6
	Témoin	4.5	n = 1	42.8 ± 3.63	n = 6	47.76 ± 2.80	n = 5
Paille de maïs	Traitée à l'urée 5 p.100	14.1	n = 1	57.28 ± 4.84	n = 6	52.68 ± 10.30	n = 6
	Témoin	3.9	n = 1	49.30 ± 2.47	n = 6	39.56 ± 4.63	n = 6
Paille de mil	Traitée à l'urée 5 p.100	14.6	n = 1	58.85 ± 5.59	n = 4	56.15 ± 3.43	n = 4
	Témoin	4.4	n = 1	39.22 ± 6.46	n = 5	31.50 ± 6.89	n = 4
Paille de sorgho	Traitée à l'urée 5 p.100	4.2	n = 1	65.10 ± 2.78	n = 6	68.46 ± 3.49	n = 6
	Témoin	4.2	n = 1	47.20 ± 4.70	n = 6	49.80 ± 6.28	n = 5

2. Résultats (cf. Tableau 14) :

a) L'effet espèce :

- La paille de riz

Le traitement de la paille de riz a permis l'amélioration de l'ingestion de 13 g de matière sèche par Kg de poids métabolique. La digestibilité de la matière sèche a augmenté de 11.7 points et la teneur en matières azotées totale de 3.4 points. Ces trois paramètres ont respectivement augmenté de 27.7, 27.2 et 75.5 %.

- La paille de maïs

L'ingestion a été améliorée de 13 g MS/kg P 0.75. La digestibilité de la matière sèche de 7.9 points et les matières azotées totales de 21 points; soit une augmentation respective de 33, 16 et 282 %.

- La paille de mil

Le niveau d'ingestion a subi une nette amélioration : 24.6g MS par kg P 0.75. La digestibilité de la matière sèche a haussé de 19.6 et les matières azotées totales de 5.7 points. En pourcentage, ingestion, digestibilité et matières azotées totales ont été améliorées respectivement de 78.50 et 68 %.

- La paille de sorgho

Le traitement de la paille de sorgho a augmenté l'ingestion de 18.6 g MS/Kg P 0.75, la digestibilité de la matière sèche de 17.9 points et les matières azotées totales de 10.4 points, soit une hausse respective de 37.4, 37,9 et 247 %.

- Conclusion

Les quatre types de pailles ont une valeur alimentaire globalement améliorée par le traitement à l'urée : 5 %.

Sur l'ingestion et la digestibilité de la matière sèche, la paille de mil a une bonification supérieure aux autres.

Cependant le traitement de la paille de mil n'a été effectuée qu'une fois.

D'autres essais s'avèrent nécessaires pour confirmer ce résultat.

Les pailles de maïs et de sorgho ont une capacité de fixation de l'azote non protéique supérieure à celle de la paille de mil.

Notons que ces résultats sous-estiment la teneur en matières azotées totales des pailles qui ont subi des pertes par volatilisation de l'azote ammoniacale à l'ouverture du silo. Ces pertes ont été plus sévères pour la paille de riz qui a été séchée au soleil après incubation alors que les autres ont été distribuées fraîches. Cette forme humide est parfaitement consommée par les ruminants qui tirent un plus grand profit de l'azote non protéique.

b) L'effet concentration de l'urée :

Le traitement à 3 % d'urée du mélange à poids égal des pailles de maïs, mil et sorgho n'a pas amélioré la digestibilité et l'ingestion.

Le traitement à 6 % d'urée n'est pas rentable car provoque une amélioration de ces paramètres inférieure à celle qu'on obtient avec le traitement à 5 % d'urée qui est donc la concentration optimale.

CONCLUSION

Si la source principale d'aliments pour le bétail en Afrique demeure les pâturages naturels, les résidus de récolte et sous produits industriels sont un supplément indispensable à l'augmentation de la productivité du bétail.

Les sous produits agro-industriels doivent être associés dans des proportions techniquement et économiquement optimales pour permettre la survie du bétail et satisfaire ses besoins de production.

Pour minimiser les coûts de transport, le critère géographique est très important dans l'organisation de la commercialisation des sous produits agro-industriels à l'échelle d'un pays.

Ces critères satisfaits, les résultats réalisables dans les opérations d'emboche sont très performants.

DOCUMENTS CONSULTÉS.

- Calvet H

Graine et tourteaux de coton en embouche intensive  
1974 Note technique non publiée

- Calvet H ; Boudergues R. ; Friot D. ; Valenza J. , Diallo S. ;  
Chambon J.

La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal  
Rev. Eiev. Méd. Vét. Pays Trop. ; 1974 (3) : 347 -362

- FAO

consultation d'experts sur l'amélioration des services de  
santé animale dans les pays du CILSS

Banjul Juin 1986

- FAO

Le traitement des pailles pour l'alimentation des ani-  
maux : évaluation de la rentabilité technique et écono-  
mique

1979 M.G. Jackson.