

2V0000 796

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

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE
ET DE RECHERCHES VETERINAIRES

DAKAR-HANN

LES PAILLLES DE CEREALES DANS LE SYSTEME
D'ALIMENTATION DES RUMINANTS AU SENEGAL

Safietou T. FALL
Hubert GUERIN
Cheikh SALL
NDiaga MBAYE

REF. N° 70/AL. NUT.

SEPTEMBRE 1987

INTRODUCTION

Malgré l'amélioration pluviométrique constatée en 1986, la sécheresse persiste encore dans les zones sahéliennes. La pluviométrie des zones soudaniennes et soudano-guinéenne n'a pas encore retrouvé son niveau des années soixante.

Les pâturages naturels accusent un déficit fourrager important.

Les résidus de récolte et sous-produits agro-industriels représentent un disponible alimentaire dont l'utilisation optimale conditionne l'amélioration de la productivité du bétail.

Parmi les résidus de récolte, les pailles de céréales représentent une source énergétique d'intérêt au Sénégal.

Le petit mil, Pennisetum typhoides et le sorgho, Sorghum sp sont principalement cultivés dans les zones soudano-sahéliennes et soudaniennes du Sénégal.

Le maïs, Zea maïs, occupe le sud du bassin arachidier, maïs est surtout cultivé en Casamance, en zone soudano-guinéenne.

Le riz, Oryza sativa est la principale culture pratiquée en Casamance et dans la vallée du fleuve Sénégal.

.../...

TABLEAU 1 : PRODUCTION CEREALIERE EN 1986 AU SENEGAL

CEREALES	PRODUCTION (tonnes)
Mil + sorgho	633 726
Maïs	107 870
Riz paddy	146 224
T O T A L	887 820

SOURCE : Ministère du Développement Rural - République du Sénégal
Communication en Conseil Interministériel
présentée le 30 avril 1987 par F.l. SAGNA - Ministre du
Développement Rural.

La production céréalière peut être estimée avec une relative précision (cf. Tableau 1) ; par contre les disponibilités en pailles doivent être évaluées à partir du rapport paille/grains, étudiés par divers auteurs (cf. Tableau 2).

TABLEAU 2 : RAPPORT $\frac{\text{PAILLE}}{\text{GRAINE}}$ DES CEREALES

AUTEURS	PAILLE DE RIZ	PAILLE DE MAIS	PAILLE DE MIL/SORGHO
CALVET 1974 (7)	1 - 1,5	-	-
HAN 1978 (17)	2	-	-
DIENG 1984 (12)	0,60	1,5	7,5
MONGODIN ET TACHER 1979 (30)	1 à 1,5	1,5 à 2	6 à 10

Tenant compte des estimations de production de céréales au cours de l'année 1986 (cf. Tableau 1), les quantités de pailles de céréales théoriquement disponibles seraient donc de

- 219 336 tonnes pour la paille de riz
- 161 805 tonnes pour la paille de maïs
- 4436 082 tonnes pour les pailles de mil et sorgho (Cf. Tableau 29)

Le rapport paille/graine de céréales est sous l'influence des variétés cultivées (DIENG, 1984), des surfaces mises en culture, de la fertilisation des sols (MONGODIN et TACHER, 1979), et de la période de récolte.

Évaluée à 150 000 tonnes par an en 1973 (CALVET, 1974) la production annuelle de paille de riz devrait avoir doublé en 1975. Ces prévisions n'ont pas été atteintes.

Cependant, la mise en service du barrage de Diama et les perspectives d'amélioration de la production agricole d'une part, les possibilités d'irrigation de plus grandes surfaces qui en découlent d'autre part permettent d'espérer une augmentation substantielle de paille de riz dans la vallée du fleuve sénégal dans un proche avenir,

La réduction de l'espace pastorale qui en découle pose avec acuité le problème de l'intégration de l'agriculture et de l'élevage, justifiant ainsi un regain d'intérêt pour la paille de riz principal résidu de récolte existant dans cette zone.

Depuis une vingtaine d'années, les pailles de céréales ont fait l'objet de nombreux travaux au laboratoire de Hann à Dakar en collaboration avec l'EMVT Maisons Alfort. (CALVET et al., 1973, 1974, 1977, 1978).

A partir de 1979, ces travaux se sont poursuivis avec le programme Franco-Sénégalais Alimentation du Bétail tropical (NIANG, 1982, FALL, 1984, SALL, 1985).

Le présent rapport fait la synthèse des résultats disponibles depuis 1963 sur :

- la valeur alimentaire des pailles de riz, maïs, mil et sorgho
- la complémentation des pailles de céréales
- l'amélioration de la valeur alimentaire de ces pailles par traitement chimique et biologique
- la prévision de la valeur alimentaire de ratlons à base de paille de riz à partir de leur composition chimique,

Une discussion de ces résultats, nous permettra de proposer une stratégie globale d'intégration des pailles de céréales dans le système d'alimentation du bétail pour une association effective de l'agriculture et de l'élevage.

MATERIEL ET METHODES

TABLEAU 4 : PAILLES DE CEREALES COMPLEMENTEES

R A T I O N S	ESPECE	NOMBRE DE DIGESTIBILITE	POURCENTAGE DE COMPLEMENT
Paille de riz + graine de coton	Ovine	7	26
Paille de riz + Tourteau d'arachide	"	7	10
Paille de riz + Tourteau d'arachide	Bovine	2	6.5
" " " "	"	8	10
" " " "	"	3	15
Paille de riz + Farine de riz	"	12	22
" " " "	Ovine	2	45
Paille de riz + brisure de riz	"	6	28.5
Paille de riz + mélasse + urée	"	2	21.5
Paille de riz + p*	Bovine	6	20
Paille de maïs + tourteau d'arachide	Ovine	9	16
Paille de maïs + tourteau d'arachide	"	9	15
Paille de sorgho + tourteau d'arachide	"	9	13

*P = mélange à poids égal de farine de riz et de son de maïs

TABLEAU 5 : ANALYSE CHIMIQUE DES ALIMENTS UTILISES COMME COMPLEMENTS DES PAILLES

ALIMENTS ANALYSES	Graine de coton*	Tourteau d'arachide N = 13	Mélange P/P farine de riz + son de maïs N = 1	Farine de riz N = 14	Brisure de riz N = 6
Matières minérales g/kg MS	41	52 ± 5	103	63 ± 30	153 ± 7
Matière azotée g/kg MS	193	504 ± 50	135	119 ± 53	81 ± 0
Cellulose brute g/kg MS	250	28 ± 9	78	65 ± 30	70 ± 1
Matière grasse g/kg MS	184	7 ± 0	76	44 ± 32	16 ± 0
Extractif non azoté g/kg MS	256	408 ± 24	608	568 ± 242	683 ± 10
Calcium	1.5	1.2	1.1	0.8 ± 1.2	1.2
Phosphore g/kg MS	5.1	6.2	9.5	10.7 ± 0.0	

* L'analyse chimique de la graine de coton n'était pas disponible pour les essais exploités. Cette composition moyenne est celle donnée par MONGODIN et TACHER (30).

2.2 - Analyses chimiques

Les analyses effectuées au Laboratoire de Hann à Hann à Dakar et à l'INEMVT à Maisons Alfort (France), ont porté sur la matière sèche, les matières azotées brutes, les constituants pariétaux, les matières minérales totales, la cellulose brute, le calcium et le phosphore.

La matière sèche est obtenue après dessiccation à l'étuve à 70° C et les minéraux par calcination au four à 550° C (6).

Les matières azotées totales sont dosées par la technique de Kjeidahl et la cellulose brute selon celle de WEENDE (6).

Le calcium et le phosphore sont analysés par colorimétrie (6)

Les pailles totales (NDF), la lignocellulose (ADF) et la lignine ont été dosées par les techniques de VAN SOEST.

2 - Prévision de la valeur alimentaire des rai-tons à partir de l'analyse chimique

Les mesures de digestibilité "in vivo", complétées par l'analyse chimique représentent aujourd'hui une méthode de référence en matière d'évaluation de la valeur alimentaire des aliments du bétail.

Elles sont cependant longues et coûteuses,

.../...

Des équations de régression fiables déterminant la valeur alimentaire des aliments en fonction de leur composition chimique seraient d'utilisation plus aisée et rapide,

Les données obtenues par analyse chimique et digestibilité "in vivo" des rations à base de paille de riz, traitées par la méthode des regressions progressives avec le logiciel MSAT ont permis d'obtenir les équations significatives décrites au tableau 28.

Les variables expliquées ont été :

L'ingestibilité des rations, la digestibilité de la matière sèche et de la matière organique, et la matière organique digestible ingérée.

Les variables explicatives ont été les compositions chimiques de l'offert et des fécès.

2.4 - Dégradabilité dans le rumen

La méthode utilisée a été celle des sachets de nylon.

Les animaux

Un lot de deux bovins munis de fistules du rumen d'une largeur de huit centimètres recevant de la fane d'arachide ad libitum et de l'eau à volonté.

Un bloc minéral à lécher est mis à leur disposition

Les sachets

Le tissu nylon utilisé a été le tissu F 100 de maille variable compris

entre 10 et 80 microns, fabriqué par TRIPETTE et RENAUD (France).

Les sachets, d'une dimension de 10 x 15 cm ont été soudés à la chaleur,

Les échantillons

Les pailles séchées à l'étuve ont été broyées au tamis 1 mm.

Le mode opératoire

Après introduction d'une prise d'essai de 5 g environ, les sachets sont soudés, lestés puis incubés dans le rumen. Ils sont désincubés en double au bout de 24, 48 puis 72 heures. Ils sont ensuite lavés par massage sous le robinet jusqu'à ce que l'eau d'écoulement soit claire, puis séchés à l'étuve à 70° C et pesés,

Le pourcentage de matière sèche disparu représente la digestibilité de la matière sèche dans le rumen.

Un dosage des parois totales (NDF) dans le substrat et le résidu permet d'estimer leur dégradabilité dans le rumen.

III - LE TRAITEMENT DES PAILLES

3.1 - Le traitement chimique

3.1.1 - Le traitement à l'urée

a) - L'effet espèce

La paille hachée est aspergée d'une solution urée/eau

de 5 p 100 à raison d'un litre de solution par kg de paille brute. La paille est ainsi conservée sous si lo bâché étanche pendant trois semaines.

La paille de riz a été distribuée après séchage au soleil.

Les pailles de maïs, millet et sorgho ont été distribuées au frais e-i- font l'objet d'une comparaison.

Ouvert pour la distribution, les silos est ferme chaque jour entre les repas.

b) * L'effet concentration d'urée

Un mélange à poids égal de paille de maïs, millet et sorgho hachées, est divisé en trois lots respectivement traités à 3,5 et 6 p 100 d'urée selon la procédure expérimentale décrite ci-dessus.

Les trois concentrations ont été comparées.

3.1.2 * Le traitement à la soude

Une méthode intermédiaire entre voie sèche et voie humide a été appliquée (CALVET 1977).

La paille de millet hachée a été mélangée à de l'eau sodée selon les proportions suivantes :

* eau : 2.5 litres

* paille de millet 1 kg

* soude*-..... 30 * 40 * 60 ou 80 g : les différents niveaux

de soude ont été testés.

Les temps de contact 24, 48 et 72 heures ont été comparés, La palme a été distribuée sèche ,

3.2 - Le traitement fongique

Les champignons

Deux souches de champignons : *Fusarium oxysporum* et *Fusarium moniliforme* provenant du laboratoire de cryptogamie de Lyon (France) ont été comparées. (NIANG, 1982, FALL, 1983 ; résultats non publiés).

Les milieux de culture

Le milieu de conservation

infusion de pomme de terre	200 ml
Glucose	20 g
Gelose	15 g

Les pommes de terre rapées sont mélangées à 500 ml d'eau distillée, Le mélange est porté à ébullition puis filtré.

Le glucose est dissout dans 500 ml d'eau distillée ; la solution glucosée est mélangée à l'infusion de pomme de terre et à la poudre de gelose puis portée à ébullition pour homogénéiser le milieu.

Le milieu spécial de culture

C'est le milieu de WAN ITERSON. Sa composition est la suivante :

$NH_3 NO_4$	0.5 g
$K_2 HPO_4$	0.5 g
H_2O qsp	100 ml

.../...

La technique de traitement'

Elle comprend **trois** étapes. Après culture sur PDA pendant six jours, les champignons sont réensemencés sur mi lieu spécial pendant six jours.

On obtient ainsi, une solution dont on asperge la paille à raison de deux litres par kilo de paille.

'La paille est ensuite incubée dans un fût fermé pendant sept jours, puis séchée au soleil.

R E S U L T A T S

R E S U L T A T S

I - LES. PAILLES SEULES

1.1 - Ingestibilité des pailles de céréales

La matière sèche volontairement ingérée a été en moyenne de 48, 34 et 39 g/kg p^{0,75} respectivement pour les pailles de riz, millet et sorgho distribuées aux ovins.

Chez les bovins, l'ingestion de paille de riz de 74 g/kg p^{0,75} a été supérieure à celle des ovins.

L'ingestibilité des pailles varie selon la période et le mode de récolte. Une récolte précoce avec conservation des feuilles ainsi qu'une mise à l'abri des pailles améliore leur valeur alimentaire, en limitant leur lignification et leur altération par les grains de sable qui augmentent leur teneur en silice.

Les feuilles et épis égrainés de pailles de millet et maïs ont une teneur en azote supérieure à celle des tiges. La disponibilité de cet azote est cependant limitée par une teneur en silice plus élevée que celle des tiges (SALL, 1985).

Les pailles de céréales sont des fourrages âgés. Elles ont atteint un degré de développement ultime. La grossièreté, une teneur en lignine et en silice élevée déterminent un fort coefficient d'encombrement 1.9 - 2.6 (INRA, 1978).

TABLEAU 6 : COMPOSITION CHIMIQUE DES PAILLES DE MAIS, MIL, SORGHO ET RIZ

	PAILLE DE RIZ	PAILLE DE MAIS N = 1	PAILLE DE MIL	PAILLE DE SORGHO N = 3
Matière organique g/kg MS	827 ± 19 N=29	751	886 ± 43 N=5	914 ± 29
Matière azotée totale g/kg MS	25 ± 13 N=29	36	60 ± 15 N=5	39 ± 9
Cellulose brute g/kg MS	360 ± 34	251	397 ± 55 N=5	344 ± 31
Matière grasse	14 ± 4 N=29	5	9 ± 7 N=5	17 ± 4
Extractif non azoté g/kg MS	428 ± 19 N=29	428	422 ± 22 N=5	513 ± 12
NDF	555 ± N=1	618	814 ± 83 N=3	708 ± 36
Fi D F	428 N=2	316	518 ± 57 N=3	438 ± 26
Lignine	62 N=2	55	96 ± 19 N=3	58 ± 5
Silice		107	43 ± 1 N=4	32 ± 13
Calcium	1.9 N=2	1.1	3.1 ± 2.2 N=5	2.7 ± 0.2
Phosphore	0.7 N=2	0.50	1.8 ± 1.1 N=5	0.46 ± 0.12
Magnésium		0.90	4.1 ± 0.1 N=3	3.0 ± 0.4
Potassium		0.40	93 ± 98 N=3	8.2 ± 3.1
Cobalt ppm		0.76	0.61 ± 0.1 N=3	0.34 ± 0.07
Cuivre		17.9	6.5 ± 1.7 N=3	3.1 ± 0.6
Zinc		76.5	29.4 ± 5.0 N=3	18.1 ± 7.5
Manganèse		50.3	107.8 ± 13.3 N=3	195 ± 27
Fer		2525	575 ± 414 N=3	757 ± 307
Sodium		176	195 ± 48 N=3	113 ± 9

TABLEAU 7 . DIGESTIBILITE IN VIVO DES PAILLES DE MAIS, MIL, SORGHO ET RIZ

ESPECES	PAILLE DE RIZ		PAILLE DE MAIS	PAILLE DE MIL	PAILLE DE SORGHO
	BOVIN	OVIN	OVIN	OVIN	OVIN
Digestibilité de la matière sèche <u>in vivo</u> p 100	56 ± 5 N = 15	49 ± 3 N = 15	48.1 N = 1	37.0 ± 10 N = 5	44.4 ± 4 N = 3

TABLEAU 8 : COMPOSITION CHIMIQUE DES DIFFERENTS ORGANES ET LEUR POURCENTAGE DANS LES PAI LLES DE MAIS, MI L ET SORGHO

PAI LLE COMPOS IT ION CHIMIQUE g/kg MS	FEU I LLES			TIGES			EPI S EGRAI NES		
	MIL	SORGHO	MAIS	MIL	SORGHO	MAIS	MIL	SORGHO	MAIS
Matière sèche	927	931	944	919	920	944	929		911
Matière organique	859	893	906	847	838	843	823		912
Cet ulose brute	336	334	358	418	396	431	353		300
Matière azotée totale	55	44	43	31	30	50	110		94
Si lice	73	61	50	10	12	13	40		38
Phosphore	2.14	1.58	0.9	0.97	0.40	1.08	3.1	-	2.82
Calcium	7.32	6.11	4.5	1.94	2.31	2.07	1.72	-	477
Pourcentage de la pai lle entière	21	31	37	75	69	62	4	0	-

SOURCE : SALL, 1985

TABLEAU 9 : VALEUR ENERGETIQUE DES PAILLES DE CEREALES

PAILLE	PAILLE DE RIZ		PAILLE DE MAIS	PAILLE DE MIL	PAILLE DE SORGHO
	OVINE	BOVINE	OVINE	OVINE	OVINE
DMO p 100	58	64	39	38	46
Valeur énergétique UF/Kg MS	0.4	0.5	0.0	0.2	0.3

Leur ingestion est globalement faible et sous le contrôle de mécanismes physiques de régulation,

Le hachage des pailles a pour but d'améliorer la présentation des pailles et de faciliter leur consommation par les ruminants.

1.2 - La digestibilité des pailles de céréales (Tableau 7)

La digestibilité de la matière sèche a été en moyenne de 49, 48, 37 et 44 pour cent, respectivement pour les pailles de riz, maïs, mil et sorgho distribuées aux ovins. Chez les bovins, la digestibilité de la paille de riz a atteint une moyenne de 56 pour cent. Elle a été significativement ($p < 0,05$) mieux digérée par les bovins que par les ovins.

Distribuées seules aux ruminants, les pailles ont une faible digestibilité. Un environnement ruminal inadéquat limite l'activité des micro-organismes dont l'accès aux glucides pariétaux est limité par la barrière lignocellulosique.

1.3 - Valeur énergétique des pailles (cf. tableau 9)

Les pailles de céréales sont riches en matière organique ; cependant, la digestibilité de cette matière organique est médiocre surtout pour les pailles de maïs, mil et sorgho.

Distribuées seules aux ruminants, les pailles de céréales ont une valeur énergétique limitée par une faible digestibilité de la matière organique.

Leur potentiel énergétique peut cependant être extériorisé par une complément adéquate.

1.4 - Valeur azotée des pailles de céréales

La teneur en matière azotée digestible des pailles est nulle ou négative. Cela est le fait d'une teneur en matière azotée brute faible, mais aussi d'un métabolisme azoté globalement négatif (73).

1.5 - Dégradabilité de la matière sèche, de l'azote et des tissus pariétaux dans le rumen. (cf. Tableau 10)

L'exemple de la paille de riz a montré une dégradation satisfaisante de la matière sèche et des parois dans le rumen à 72 heures d'incubation dans le rumen chez les bovins.

La dégradabilité de la matière sèche est peu différente de celle de fibres. Les valeurs obtenues à 48 heures de séjour dans le rumen sont proches de la digestibilité in vivo chez les ovins et bovins.

La dégradabilité de l'azote bien que faible n'a pas été négative ou nulle à l'image des mesures in vivo entachées par le facteur d'erreur que présente l'azote endogène

.../...

TABLEAU 10 : DIGESTIBILITE DE LA MATIERE SECHE, DE LA MATIERE AZOTEE ET DES TISSUS PARIETAUX DE LA PAILLE DE RIZ DANS LE RUMEN

DIGESTIBILITE		DIGESTIBILITE DE LA MATIERE SECHE (p 100)	DIGESTIBILITE DE LA MATIERE AZOTEE (p 100)	DIGESTIBILITE DES TISSUS PARIETAUX NDF (p 100)
TEMPS D' INCUBATION				
BOVINS	24 heures	36.8 ± 0.9 N = 4	34.5 ± 6.1 N = 4	23.6 ± 1.2 N = 4
	48 heures	58.6 ± 3.2 N = 4	41.1 ± 5.3 N = 4	51.5 ± 3.9 N = 4
	72 heures	71.1 ± 1.1 N = 3	50.7 ± 2.5 N = 3	68.3 ± 1.71 N = 3
OVINS	24 heures	31.3 ± 0.6 N = 2	33.1 ± 1.8 N = 2	17.2 ± 0.6 N = 2
	48 heures	45.8 ± 2.2 N = 2	38.5 N = 1	36.8 ± 2.7 N = 2

TABLEAU 1 1 EFFET DU TRAITEMENT A L'UREE DES PAILLES DE RIZ, MAIS, MIL ET SORGHO SUR LEUR TENEUR EN MATIERE AZOTEE, LEUR DIGESTIBILITE ET LEUR INGESTIBILITE

PAI LLES DE CEREALE	VA LEUR ALIMENTAIRE	MAT g/kg MS	DMS (p.100)	MSVI g/kg p ,0,75
Pai l le de riz	Traitée à l'urée (5 p 100)	79 n = 1	51.48 ± 3.76 n = 6	61.01 ± 9.53 n = 6
	Témoin	45 n = 1	42.8 ± 3.62 n = 6	47.76 ± 2.83 n = 5
Pai l le de maïs	Traitée à l'urée (5 p 100)	149 n = 1	57.21 ± 4.84 n = 6	52.68 ± 10.30 n = 6
	Témoin	39 n = 1	49.30 ± 2.47 n = 6	39.56 ± 4.63 n = 6
Pai l le de mi l	Traitée à l'urée (5 p 100)	141 n = 1	58.85 ± 5.59 n = 4	56.15 ± 3.43 n = 4
	Témoin	44 n = 1	39.22 ± 6.46 n = 5	31.50 ± 6.89 n = 4
Pai l le de sorgho	Traitée à l'urée (5 p 100)	146 n = 1	65.1 ± 2.78 n = 6	68.46 ± 3.39 n = 6
	Témoin	42 n = 1	47.20 ± 4.70 n = 2	49.80 ± 6.28 n = 5

1.6 - Valeur minérale

Le taux de cendres bien que élevé est en majorité composé de silice. Le calcium de la paille de riz est sous forme d'oxalate indisponible (7).

Une alimentation à base de paille de céréale seule expose l'animal à des carences en minéraux.

II - LE TRAITEMENT DES PAILLES DE CEREALES

2.1 - Le traitement chimique

2.1.1 - Traitement à l'urée

2.1.1.1 - L'effet espèce (cf tableau 11)

• La paille de riz

Le traitement de la paille de riz à l'urée (5 p 100) a permis l'amélioration de l'ingestion de 13 g de matière sèche par kilo de poids métabolique, de la digestibilité de la matière sèche de 11.6 points et de la teneur en matière azotée totale de 34 g.

Ces trois paramètres ont respectivement augmenté de 28, 27 et 75 pour cent.

Après traitement, la paille de riz a été séchée au soleil. Une partie de l'azote ammoniacal très volatil a été libérée. Une distribution à l'état frais aurait sans doute permis de tirer un meilleur profit de l'azote non protéique.

• La paille de maïs

Le traitement de la paille de maïs à l'urée (5 p 100) a amélioré la matière sèche volontairement ingérée de 13 g par kilo de poids métabolique, la digestibilité de la matière sèche de 8 points et les matières

azotées totales de 110 g, soit respectivement une augmentation de 33, 16 et 282 pour cent.

• La paille de mil

Le traitement à l'urée 5 p 100 a provoqué une augmentation importante du niveau d'ingestion : 25 g de matière sèche par kilo de poids métabolique. La digestibilité de la matière sèche a haussé de 20 points et les matières azotées totales de 57 g. En pourcentage, ingestion, digestibilité de la matière sèche et matières azotées totales ont été améliorées de 78, 50 et 68 pour cent respectivement.

• La paille de sorgho

Le traitement de la paille de sorgho à l'urée (5 p 100) a amélioré le niveau d'ingestion de 19 g de matière sèche par kg de poids métabolique, la digestibilité de la matière sèche de 18 points et les matières azotées totales de 104 g, soit une hausse respective de 37, 38 et 247 p 100.

• Conclusions

Les quatre types de paille ont une valeur alimentaire globalement améliorée par le traitement à l'urée 5 p 100.

- Notons cependant que la paille de riz ne peut pas être comparée aux autres cas ayant fait l'objet d'un séchage au soleil alors que les pailles de maïs, mil et sorgho ont été distribuées à l'état frais. Cela explique leur teneur en azote totale nettement plus élevée que celle de la paille de riz certes, mais encore sous estimée car entre l'ouverture du silo et la distribution à

l'auge, l'azote très volatile a pu se libérer,

▪ Si on compare les pailles de maïs, mil et sorgho distribuées dans de mêmes conditions, on constate que la paille de mil a provoqué une meilleure amélioration de l'ingestion et de la digestibilité, tandis que les pailles de maïs et de sorgho ont eu une capacité de fixation de l'azote non protéique supérieure à celle de la paille de mil.

2.1.1.2 - L'influence de la concentration d'urée

Le traitement à 3 pour cent du mélange à poids égal des pailles de maïs, mil et sorgho, n'améliore pas sa digestibilité et son ingestibilité.

Le traitement à 6 pour cent d'urée n'est pas rentable. Il provoque une amélioration de la digestibilité et de l'ingestibilité inférieure à celle qu'on obtient avec le traitement à 5 pour cent d'urée qui est donc la concentration optimale (cf tableau 12).

TABLEAU 12 : TRAITEMENT A L'UREE DES PAILLES DE CEREALES EFFET DE LA
CONCENTRATION EN UREE

PAILLE	CONCENTRATION D'UREE p 100	DIGESTIBILITE DE LA MATIERE SECHE p 100	MATIERE SECHE INGEREE g/kg p 0,75
Mélange P/P de paille de mil	3	42.4 ± 1.1 n = 4	30 ± 7 n = 4
+ Paille de maïs	5	56.0 ± 8.4 n = 2	41 ± 14 n = 4
+ Paille de sorgho	6	50 ± 6 n = 3	34 ± 5 n = 3

TABLEAU 13 : TRAITEMENTS TESTES POUR ETUDIER L'INFLUENCE DE LA TENEUR EN SOUDE ET LE TEMPS DE CONTACT.

CONTACT Heures	TENEUR EN SOUDE g PAR kg DE PAI LLE			
	30	40	50	60
24	Mi 30-24	Mi 40-24	Mi 50-24	M i 60-24
48	Mi 30-48	Mi 40-48	Mi 50-48	Mi 60-48
96	Mi 30-96	Mi 40-96	Mi 50-96	Mi 60-96

SOURCE : Rapport annuel LNERV 1977

TABLEAU 14 : PAILLE DE MIL TRAITEE A LA SOUDE : ANALYSES BROMATOLOGIQUES

PAI LLE ANALYSEE g/kg MS	MS	MM	MC	CB	MAT	P	CA	INSOLUBLE CHLORHY- DRI QUE	ENA	ADF	LIGNINE	IGN/ADI	NDF
Paille de mil Témoïn	928	98	12	406	36	1.5	3.14	29	448	546	86	158	802
Mil 30-24	973	132	9	402	41	1.46	3.77	41	415	522	31	174	527
Mil 40-24	978	137	8	410	42	1.52	4.94	29	402	500	90	180	512
Mil 50-24	973	139	9	399	40	1.47	4.12	18	413	510	92	180	507
Mil 60-24	968	157	7	391	39	1.34	4.94	23	407	499	80	160	491
Mil 30-48	948	124	10	398	44	1.43	3.47	23	424	512	78	152	517
Mil 40-48	961	132	9	387	43	1.52	3.72	24	429	525	81	154	520
Mil 50-48	966	142	a	384	39	1.42	3.42	21	427	523	82	157	704
Mil 60-48	955	152	8	394	44	1.36	3.33	18	402	531	78	147	688
Mil 30-96	974	136	9	407	47	1.65	4.27	26	401	526	66	125	794
Mil 40-96	972	142	9	402	43	1.33	4.28	33	404	540	82	152	788
Mil 50-96	971	146	8	364	43	1.36	3.85	27	438	503	73	147	702
Mil 60-48	975	179	7		49	1.47	4.54	29	546	489	65	133	678

SOURCE : Rapport annuel INERV 1977

**TABLEAU 15 : PAI LLE DE MI L TRAITEE A LA SOUDE DIGESTIBI LITE
DE LA.MATIERE SECHE "IN VITRO"**

TEMPS DE CONTACT	TENEUR EN SOUDE			
	30	40	50	60
24 heures	52.6	56.1	58.6	62.5
48 heures	52.4	57.6	57.2	62.6
36 heures	52.2	56.4	57.9	62.8

Pai lle de mi | témoin \approx 36 p 100

Source : RAPPORT ANNUEL LNERV 1977

2.1.2 - Traitement à la soude de la paille de millet

Les résultats obtenus concernant la paille de millet examinent l'effet de la concentration en soude et du temps de contact (cf. Tableau 13) sur sa digestibilité et sa valeur bromatologique.

2.1.2.1 - Influence de la concentration en soude

Les traitements effectués ont mis en évidence une influence positive de la teneur en soude sur la digestibilité et de la matière sèche (cf. Tableau 15). La concentration de 5 p 100 semble être optimale.

La valeur bromatologique de la paille de millet n'a pas subi de changement majeur (Cf. Tableau 14).

2.1.2.2 - Influence du temps de contact (tableau 15)

Le temps de contact paille-soude n'a aucun effet sur la digestibilité de la matière sèche et la valeur bromatologique de la paille de millet. Un temps minimal de contact de 24 heures suffit.

2.2 - Traitement fongique de la paille de riz

Fusarium oxysporum (FO), et *Fusarium moniliforme* (FM) n'ont pas modifié la valeur bromatologique de la paille de riz (cf tableau 16).

La digestibilité de la matière organique de la paille de riz mesurée "in vitro" n'a pas été améliorée par le traitement par FO alors qu'elle a été déprimée par le traitement par FM (cf tableau 17).

TABLEAU 16 : INFLUENCE DU TRAITEMENT AUX CHAMPIGNONS SUR LA COMPOSITION
CHIMIQUE DE LA PAILLE DE RIZ

ANALYSE	PAILLE DE RIZ g/kg MS		
	Témoïn	Traitée par Fusarium oxysporum	Traitée par Fusarium moniliforme
Matières sèches	952	932	931
Matières minérales	194	216	213
Matières grasses	14	15	13
Cellulose brute	312	312	328
Matières protéiques	39	47	37
Insoluble chlorhydrique	154	174	166
Extractif non azoté	455	412	412
Phosphore	1.03	1.51	7.19
Calci um	3.44	2.79	2.18

SOURCE : NIANG 1982, FALL 1983 résultats non publiés

TABLEAU 17 : DIGESTIBILITE IN VITRO DES PAILLES TRAITEES ET NON TRAITEES
AUX CHAMPI GNONS

PAI LLE DE RIZ	DMS	DMG
Témoïn	37.2	38.1
Pai l le de riz traitée par fusari um oxysporum	31.1 ± 1.6	38.2 ± 3.3
Paï l le de riz traitée par fusari um mono l i forme	34.5 ± 1.3	34.9 ± 2.0

SOURCE : NIANG 1982

TABLEAU 18 : VALEUR FOURRAGÈRE DES PAILLES TRAITÉES ET NON TRAITÉES
AUX CHAMPIGNONS

	Paille de riz seule	RATIONS MIXTES		
		Paille de riz + 60 g tourteau	paille de riz FO + 60 g de tourtea	Paille de riz FM +60 g de tourteau
UF/Kg MS	0.46	0.48	0.55	0.38

SOURCE : NIANG 1982

Les résultats obtenus par NIANG en 1982 ont mis en évidence la supériorité de FO, confirmée par la valeur énergétique des pailles traitées en comparaison à celles non traitées aux champignons (cf Tableau 18).

Notons cependant que l'amélioration de la digestibilité obtenue par FO est faible.

Les sels utilisés dans le mode opératoire sont d'un coût prohibitif au Sénégal. S'y ajoute une technologie dont la lourdeur rend hypothétiques les possibilités d'application à grande échelle.

III - LA COMPLEMENTATION DES PAILLES DE CEREALES

3.1 - La complémentation de la paille de riz

3.1.1 - Le tourteau d'arachide

Le tourteau d'arachide est une source d'azote et d'énergie d'une grande valeur alimentaire pour les ruminants.

Les rations à base de paille de riz et tourteau ont été globalement bien consommées, (cf tableau 19).

Il faut cependant, noter un effet négatif du tourteau d'arachide sur la digestibilité différentielle de la paille de riz au-delà d'un certain seuil.

CALVET en 1974 avait observé une baisse significative du coefficient de digestibilité différentielle de la paille de riz avec l'augmentation du tourteau d'arachide (8).

TABLEAU 20 : RATIONS A BASE DE PAILLE DE RIZ : COMPOSITION CHIMIQUE DE L'INGERE ET DIGESTIBILITE "IN VIVO"

RATIONS ANALYSES	PAILLE DE RIZ + FARINE DE RIZ		PAILLE DE RIZ + TOURTEAU D'ARACHIDE 100.100 RATION	PAILLE DE RIZ + MELANGE FARINE DE RIZ SON DE MAIS	PAILLE DE RIZ + BRISURE DE RIZ	PAILLE DE RIZ TRAITEE A L'UREE + UREE 1.5 P.100	PAILLE DE RIZ TRAITEE A L'UREE + MELASSE + UREE
	Bovine	Ovine	Ovine	Bovine	Ovine	Ovine	Ovine
Matiere organique*	849 ± 19 N = 14	-	793 N = 2	841 ± 2 N = 6	838 ± 5 N = 6	883 N = 1	818 N = 2
Matiere azotée*	63 ± 11 N = 14	-	147 N = 2	52 ± 2 N = 6	47 ± 2 N = 6	141 N = 1	73 N = 2
Cellulose brute*	260 ± 35 N = 14	-	258 N = 2	255 ± 6 N = 6	242 ± 8 N = 6	365 N = 1	344 N = 2
Matiere grasse*	31 ± 22 N = 14	-	17 N = 2	29 ± 2 N = 6	12 ± 0 N = 6	17 N = 1	10 N = 2
Extractif non azoté*	495 ± 16 N = 14	-	371 N = 2	505 ± 4 N = 6	583 ± 3 N = 6	356 N = 1	402 N = 2
NDF*	413 N = 2	-	499 N = 2	-	-	-	-
ADF*	229 N = 2	-	324 N = 2	-	-	-	-
Lignine*	46 N = 2	-	49 N = 2	-	-	-	-
Silice*	100 ± 9 N = 6	-	15 N = 2	-	1.6 ± 0.1 N = 6	3.3 N = 1	2.1 N = 2
Calcium*	2.0 ± 0.4 N = 14	-	3 N = 2	1.7 ± 0.1 N = 6	-	0.5 N = 1	2.3 N = 2
Phosphore*	4.0 ± 1.7 N = 6	-	2.5 N = 2	2.4 ± 0.4 N = 6	-	-	-
Magnésium	3.2 ± 0.6 N = 6	-	2.2 N = 2	-	-	-	-
Potassium	11.7 ± 4.1 N = 6	-	14.9 N = 2	-	-	-	-
Cobalt ppm	0.6 N = 2	-	0.5 N = 2	-	-	-	-
Cuivre ppm	9.1 N = 2	-	7.5 N = 2	-	-	-	-
Zinc ppm	43.8 N = 2	-	47.3 N = 2	-	-	-	-
Manganèse ppm	5880 N = 2	-	5600 N = 1	-	-	-	-
Fe ppm	967 N = 2	-	1103 N = 1	-	-	-	-
Sodium ppm	1938 N = 1	-	-	-	-	-	-
Digestibilité de la matière sèche (p.100)	59 ± 4 N = 13	47 N = 2	47 N = 2	75 ± 2 N = 6	50 ± 4 N = 6	46 N = 1	50 N = 2
Digestibilité de la matière organique (p.100)	74 ± 3 N = 13	55 N = 2	57 N = 2	79 ± 1 N = 6	58 ± 3 N = 6	56 N = 1	59 N = 2
Matière organique digestible Ingérée*	64 ± 19 N = 13	-	-	95 ± 15 N = 6	33 ± 4 N = 6	-	-
Matière azotée digestible*	42 ± 7 N = 13	43 N = 2	107 N = 2	33 ± 1 N = 6	10 ± 3 N = 6	106 N = 1	32 N = 2
Matière sèche volontairement Ingrée g/kg p. 0.75	102 ± 22 N = 13	65 N = 2	53 N = 2	137 ± 21 N = 6	69 ± 5 N = 6	40 N = 1	61 N = 2

* gramme par kg de matière sèche

**TABLEAU 21 - DIGESTIBILITE DIFFERENCIELLE DE LA PAILLE DE RIZ DANS
LES RATIONS MIXTES EN COMPARAI SON AVEC LA PA | LLE SEULE**

3

R A T I O N S	ESPECES	DIGESTIBILITE DIFFERENCI ELLE DE LA PAILLE DE RIZ	
		DMO	DMA
Pa i l l e de riz n = 15	Bov i ne	64 ± 4	- 19.6
Pa i l l e de riz n = 15	Ovine	58 ± 4	- 11.5
Pa i l l e de riz + TA 500 g/jour n = 8	Bovine	59.6 ± 2.7	- 20.1
Pa i l l e de riz + TA 1 kg/jour n = 3	Bov i ne	54.3 ± 2	17.8 ± 2.6
Pa i l l e de riz + TA 250 g/jour n = 2	Bov i ne	68.4 ± 0.6	-38.7 ± 7.7
Pa i l l e de riz + mélange			
P/P farine de riz + Son de maïs n = 6	Bov i ne	80.9 ± 1.5	67.6 ± 6.1
Pa i l l e de riz + Farine de riz n = 12	Bovine	73.8 ± 4.4	85.6 ± 9.2
Pa i l l e de riz + Brisure de riz n = 6	Ovi ne	37.1 ± 5.7	-95.3 r25.7

TABLEAU 23 : BESOINS COUVERTS PAR LES RATIONS A BASE DE PAILLE DE RIZ POUR L'UBT

RATIONS	ESPECES	BESOINS COUVERTS			
		Energie	Matières azotées digestibles	MI NERAUX	
				Cal ci um	Phosphore
PR	Bovine	entretien + 100 g/j	< entretien	entretien	< entretien
PR	Ovine	< entretien	< entretien		
PR + Graine de coton 26 p 100	ovine	entretien + 300 g/j	entretien + 100g/j	entretien+100g/j	entretien+100g/j
PR + Tourteau d'arachide 500 g/jour	bovine	entretien + 250 g/j	entretien + 40 g/j	entretien	< entretien
PR + Tourteau d'arachide 1 kg/jour	bovine	entretien + 300 g/j	entretien + 750g/j	< entretien	entretien+100g/j
PR + Tourteau d'arachide 250 g/jour	bovine	entretien + 500 g/j	entretien	entretien+100g/j	< entretien
PR + Farine de riz 22 p 100	bovine	entretien + 1 kg/j	entretien + 90g/j	entretien	> entretien+ 1 kg/j
PR + Farine de riz 45 p 100	ovine	entretien + 500 g/j	entretien +250g/j		
?R + Tourteau d'arachide de 16 p 100	ovine	< entretien	entretien + 1 kg/j	entretien+250g/j	entretien+500g/j
PR + Farine de riz + son de maïs 20 p 100	bovine	> entretien + 1kg/j	entretien + 100g/j	entretien	entretien+500g/j
PP + Brisure de riz 28.5 p 100	ovine	entretien + 300 g/j	< entretien		
PR traitée à l'urée (5 p 100) + urée	ovine	< entretien	entretien + 560g/j	< entretien	
PR 78.5 p 00 + mélasse 20 p 100 + urée 1.5p100	ovine	entretien + 100 g/j	entretien		

- La brisure de riz

El le représentait 28 pour cent de la ration totale chez les ovins recevant de la paille de riz à volonté.

La brisure de riz a significativement (p 6 5 %) baissé la digestibilité différentielle de la paille (cf tableau 21).

La brisure de riz est riche en amidon, Sa distribution à un taux élevé a déprime l'activité cellulolytique de la flore ruminale et a diminué la digestibilité de la matière organique de la paille de riz.

La ration totale en une valeur énergétique équivalente à la paille de riz distribuée seule aux ovins tandis que la valeur azotée a été légèrement améliorée (cf. Tableau 22).

Une correction de la valeur azotée aurait permis la satisfaction des besoins d'entretien et autorisé une embouche modérée de l'UBT (tableau 23).

3.1.4 - L'utilisation de l'urée

Associée à une source énergétique facilement utilisable par les microorganismes du rumen et de protéines d'origine alimentaire, l'urée représente une source d'azote non protéique à très bon marché et parfaitement valorisable par les ruminants.

Les résultats traités ont porté sur un seul essai de paille de riz traitée à l'urée 5 pour cent + urée, Ce nombre est très limité mais a permis de constater une déficience énergétique qui a limité l'utilisation de l'azote non

protéique et l'amélioration de la digestion de la cellulose.

3.1.5 - L'association mélasse-urée

Le mélassage de la paille à 20 pour cent et l'apport d'urée constitue un mélange bien consommé par les ruminants (26).

La valeur azotée de cette formule aurait pu être rehaussée par du tourteau d'arachide (cf. Tableau 22).

Elle satisfait toutefois les besoins d'entretien de l'UBT et peut permettre une production modérée de viande si l'apport d'azote est corrigé.

3.2 - Complémentation des pailles de maïs, millet et sorgho par le tourteau d'arachide.

Chez les ovins ayant reçu la paille de millet, maïs ou sorgho à volonté, le tourteau d'arachide représentait une moyenne de 15 pour cent de la ration totale.

Le tableau 24 présente les résultats de l'analyse chimique des rations consommées.

La ration mixte à base de paille de millet, moins digestible que celles à base de pailles de maïs ou sorgho, est plus riche en lignine et silice.

Le tourteau d'arachide a permis une meilleure valorisation de la matière organique des pailles de maïs et sorgho. La digestibilité différencie celle de la matière organique de la paille de millet n'a pas été améliorée (cf tableau 25).

.../...

La valeur énergétique des rations à base de pailles de maïs et sorgho peut permettre une production moderne de viande.

Du fait d'une faible digestibilité de la matière organique, la paille de mil complétée avec du tourteau d'arschido 15 p 100 ne peut pas satisfaire aux besoins énergétiques d'entretien de l'UBT. (Cf. Tableau 27).

L'azote digestible des rations totales peut permettre une embouche modérée de l'UBT.

Un complément d'énergie est cependant nécessaire aux rations à base de paille de mil pour atteindre les performances permises par l'azote (tableau 27)

Notons enfin que toutes les rations testées présentent un déséquilibre minéral qu'il conviendrait de corriger par un apport de calcium et de phosphore dans le rapport requis.

TABLEAU 24 : PAILLES DE MAJS, MIL OU SORGHO DISTRIBUEES A VOLONTE + 100 g DE
 TOURTEAU D'ARACHIDE : COMPOSITION CHIMIQUE DE L'INGERE ET
 DIGESTIBILITE "IN VIVO"

ANALYSES		PAILLE DE MIL + 100 g DE TOURTEAU N = 8	PAILLE DE MAIS 100 g TOURTEAU N = 8	PAILLE DE SORGHO + 100 g TOURTEAU N = 8
Matières organiques	g/kg MS	902 ± 30	944 ± 15	937 ± 21
Matières azotées brutes	"	139 ± 28	114 ± 13	99,6 ± 9,8
Cellulose brute		341 ± 21	336 ± 13	364 ± 36
Matières grasses	"	8,3 ± 1,3	7,8 ± 1,9	3,2 ± 3,5
Extractif non azotée	"	413 ± 29	460 ± 27	464 ± 29
Neutral Detergent fiber (NDF)	"	668 ± 45	731 ± 27	697 ± 41
Hcid Detergent fiber (ADF)	"	448 ± 30	450 ± 21	453,1 ± 38,1
Lignine	"	88 ± 8,5	64 ± 23	66,3 ± 12,3
Silice	"	26,5 ± 17,0	15,8 ± 4,3	20,1 ± 6,0
Calcium	"	2,8 ± 0,4	2,5 ± 0,6	3,07 ± 0,59
Phosphore	"	2,4 ± 0,3	1,45 ± 0,40	1,38 ± 1,31
Magnésium	"	3,98 ± 0,77	2,22 ± 0,66	2,73 ± 13,47
Potassium	"	23,2 ± 4,1	13,9 ± 7,7	3,07 ± 7,37
Cobalt ppm		0,3 ± 0,1	0,22 ± 0,07	0,46 ± 3,64
Cuivre "		7,3 ± 1,1	5,99 ± 0,66	5,06 ± 3,63
Zinc "		31,8 ± 4,8	20,5 ± 3,3	22,4 ± 5,0
Manganèse ppm		81,4 ± 27,3	91,4 ± 70	109,7 ± 55,5
Fer "		649 ± 350	454 ± 103	494,5 ± 123,5
Sodium "		587 ± 96	685 ± 269	509 ± 160
Digestibilité de la matière sèche p 100		44,6 ± 3,8	56,6 ± 4,0	53,0 ± 3,6

**TABLEAU 25 /DIGESTIBILITE DIFFERENCIELLE DES PAILLES DE MAIS, MIL ET SORGHO
DANS LES RATIONS MIXTES PAILLE DE CEREALES + 100 g DE TOURTEAU
D'ARACHIDE**

P A I L L E S		DIGESTIBILITE DE LA MATIERE ORGANIQUE
Pailles seules	Paille de maïs	39.1
	Paille de mil	38.0
	Paille de sorgho	46.0
Rations mixtes	Paille de maïs	55.1 ± 4.9
	Paille de mil	37.2 ± 6.2
	Paille de sorgho	53.3 ± 6.1

IV - PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES RATIONS A BASE DE PAILLE DE CEREALE
EN FONCTION DE L'ANALYSE CHIMIQUE

Les données obtenues par analyse bromatologique et digestibilité in vivo, traitée par la méthode de regressions progressives avec le logiciel M. STAT, ont permis d'obtenir les équations significatives ($p \leq 0,051$ décrites au tableau 28.

4.1 - La paille de riz seule

Chez les ovins, l'ingestion a été bien prédite en fonction de la teneur en cellulose brute de l'offert.

La digestibilité de la matière organique exprimée en fonction de la teneur en matière organique de l'offert et des fecès offrent une meilleure précision à la deuxième étape.

Les teneurs en matière azotée de l'offert et des fecès ont expliqué la valeur azotée de la paille de riz avec une précision constante.

4.2 - Paille de riz + graine de coton

Le nombre de test effectué est insuffisant. Il a cependant permis de prévoir la digestibilité de la matière sèche et de la matière organique en fonction de la teneur en azote totale de l'offert et des fecès, avec une précision satisfaisante.

4.3 - Paille de riz + Tourteau d'arachide 500 g/animal/jour

L'ingestibilité est exprimée en fonction de la teneur en matière organique et en phosphore de l'offert.

TABLEAU 26 : RATIONS A BASE DE PAILLES LONGUES DE CEREALE + 100 g DE TOURTEAU
DISTRIBUEES AUX OVINS : VALEUR ALIMENTAIRE

RATIONS	ESPECE	NOMBRE D'ESSAIS	Ingétabilité		Valeur énergétique		Valeur azotée		Valeur minérale	
			g/100 kg PV	g/kg p 0.75	DMO p 100	UF /kg MS	DMA p 100	MAD g/kg MS	Ca g/kg MS	P g/kg MS
Paille de maïs + 100 g tourteau	Ovine	8	1966±113	46.6±2.8	59.7±0.08	0.57±0.08	63.7±3.7	72.7±9.8	2.5±0.6	1.4 ±0.4
Paille de mil + 100 g tourteau	Ovine	8	1840±194	43.4± 4.6	45.0±3.6	0.29±0.07	64.4±35	90.5±23.1	2.8±0.4	2.4± 0.3
Paille de sorgho+100g tourteau	Ovine	8	2423±276	56.6± 7.6	55.9±4.	0.50±0.08	56.5±4.5	56.7± 9.6	3.0±0.6	1.4± 0.3

TABLEAU 27 : RATIONS A BASE DE PAILLES LONGUES DE CEREALES + 100 g DE TOURTEAU
D'ARACHIDE DISTRIBUEES AUX OVINS : BESOINS COUVERTS POUR L'UBT

RATIONS	BESOINS COUVERTS			
	Energie	Matières azotées digestibles	MINERAUX	
			Calcium	Phosphore
Paille de maïs + 100 g de tourteau	Entretien + 200 g/j	Entretien + 335 g/j	Entretien + 250 g/j	Entretien
Paille de mil + 100 g de tourteau	< entretien	Entretien + 550 g/j	Entretien	Entretien + 100 g/j
Paille de sorgho + 100 g de tourteau	Entretien + 300 g/j	Entretien + 280 g/j	Entretien + 250 g/j	Entretien

Estimations faites à partir du tableau 24 et des besoins de l'UBT (RIVIERE, 1978 - pp 405-407)

IV - PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES RATIONS A BASE DE PAILLE DE CEREALE
EN FONCTION DE L'ANALYSE CHIMIQUE

Les données obtenues par analyse bromatologique et digestibilité in vivo, traitée par la méthode de régressions progressives avec le logiciel M. STAT, ont permis d'obtenir les équations significatives ($p \leq 0,051$) décrites au tableau 28.

4.1 - La paille de riz seule

Chez les ovins, l'ingestion a été bien prédite en fonction de la teneur en cellulose brute de l'offert.

La digestibilité de la matière organique exprimée en fonction de la teneur en matière organique de l'offert et des fèces offrent une meilleure précision à la deuxième étape.

Les teneurs en matière azotée de l'offert et des fèces ont expliqué la valeur azotée de la paille de riz avec une précision constante.

4.2 - Paille de riz + graine de coton

Le nombre de test effectué est insuffisant. Il a cependant permis de prévoir la digestibilité de la matière sèche et de la matière organique en fonction de la teneur en azote totale de l'offert et des fèces, avec une précision satisfaisante,

4.3 - Paille de riz + Tourteau d'arachide 500 g/animal/jour

L'ingestibilité est exprimée en fonction de la teneur en matière organique et en phosphore de l'offert.

Les matières azotées digestibles ont été expliquées par l'azote totale de l'offert.

4.4 - Pain de riz + Farine de riz

L'ingestibilité de la ration totale a été expliquée avec une erreur standard élevée, par la teneur en matière organique de l'offert.

L'azote totale de l'offert et des fécès expliquent la valeur azotée de la ration avec une très bonne précision.

TABEAU 28 : RATIONS A BASE DE PAILLE DE RIZ : PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE EN FONCTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'OFFERT. ET/OU DES FECES

REGRESSION RATIONS	Variable expliquée	Espèce	Variables explicatives	N	EQUATION DE REGRESSION		R Multiple	Erreur Standard
					Etape	Equation		
Paille de riz	MSVI	Ovine	Composition chimique de l'offert et des fécès	15	1	$MSVI = -0.272 CBo + 139.5$	0.76	4.4
	DMO	Ovine	Composition chimique de l'offert et de fécès	15	1	$DMO = -0.06 MOF + 98.9$	0.60	2.9
					2	$DMO = 0.092 MOF + 0.136 MOo + 9.1$	0.84	2
	MAD	Bovine	Composition de l'offert et des fécès	15	1	$MAD = 0.976 MAo - 24$	0.60	2.9
					2	$MAD = 1.213 MAo - 0.727 MAf - 6.9$	0.82	2.1
					3	$MAD = 2.573 MAo - 0.884 MAf - 914.1$	0.95	1.2
			Composition de l'offert	15	1	$MAD = 0.976 MAo - 24$	0.60	2.9
	2	$MAD = 1.853 MAo + 0.283 CBo - 147.5$			0.75	2.4		

TABEAU 28 : RATIONS A BASE DE PAILLE DE RIZ - PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE
EN FONCTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'OFFERT ET DES FECES (SUITE)

REGRESSION RATIONS	Variable expliquée	Espèce	Variables explicatives	N	EQUATIONS DE REGRESSION		R multiple	Erreur Standard
					Etape	Equation		
Paille de riz	MAD	Ovine	Composition de l'offert et des fécès	5	1	$MAD = 0.831 MAo - 25.4$	0.98	2.2
					2	$MAD = 0.979 MAo - 0.486 MAf + 0.5$	0.99	1.9
Paille de riz graine de coton	DMs	Ovine	Composition chimique de l'offert et des fécès	7	1	$DMS = 0.272 MAo + 28.4$	0.879	1.9
					2	$DMS = 0.341 MAo + 0.089 MOo - 52.35$	0.99	0.5
	DMO	Ovine	Composition chimique de fécès	7	1	$DMS = 0.227 MAf + 30.21$	0.85	2
					1	$DMO = 0.372 MAo + 27.6$	0.98	0.7
Paille de riz tourteau d'arachide 500g/animal/j.	MSVI	Bovine	Composition de l'offert et des fécès	8	1	$MSVI = -4.791 MOo + 4067$	0.92	6.3
					2	$MSVI = -2.997 MOo - 51.653Po + 2639.1$	0.99	5.5
	MAD	Bovine	Composition de l'offert et des fécès	8	1	$MAD = 2.074 MAo - 88.4$	0.99	7.7
	MOD I	Bovine	Composition de l'offert et des fécès	8	1	$MOD I = 2.43 MOo + 2064$	0.87	4.2

TABEAU 28 : RATIONS A BASE DE PAILLE DE RIZ : PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE
EN FONCTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'OFFERT ET/OU PAR DES FECES (SUITE ET FIN)

REGRESSION RATIONS	Variable expliquée	Espèce	Variables explicatives	N	EQUATION DE REGRESSION		R multiple	Erreur Standard
					Etape	Equation		
Paille de riz Farine de riz	MSV	Bovine	Composition chimique de l'offert et des fèces	13	1	$MSV = 1,727 MO_0 + 1568$	0.65	17.5
	MAD	Bovine	Composition chimique de l'offert et des fèces	13	1	$MAD = 1.123 MA_0 - 15.6$	0.95	2
	...				2	$MAD = 0.883 MA_0 - 0.320 MA_f + 15$	0.97	1.4

/ DISCUSSION ET CONCLUSION /

1°) - La méthodologie

La technique classique des bétails "in vivo" est la méthode idéale d'évaluation de la valeur alimentaire des aliments du bétail. Elle ne permet pas cependant d'avoir des données fiables sur le comportement pondéral des animaux. Elle doit être complétée par des essais alimentaires de longue durée pour évaluer les performances.

2°) - Les équations de régression

Les tentatives d'explication de la valeur alimentaire des rations étudiées en fonction de l'analyse chimique de l'offert et/ou des fèces ont donné des équations significatives ($p < 0.05$) d'une précision satisfaisante (cf. Tableau 281.C)

Cependant, le nombre limité de tests ôte tout caractère définitif à ces équations qui devront être confirmées par un nombre d'essais plus important.

3°) - Valeur alimentaire des pailles seules

Comme cela a été constaté par de nombreux auteurs, les pailles de céréales sont pauvres et ne peuvent pas satisfaire les besoins d'entretien des ovins et bovins. Distribuées seules, elles peuvent provoquer une perte de poids et une déminéralisation osseuse importante.

Les pailles de céréales sont riches en cellulose et peuvent aussi constituer une source énergétique valorisable par les ruminants.

La complémentarité énergétique, azotée et minérale et/ou le traitement

.../...

chimique des pailles sont à envisager pour créer dans le rumen des conditions biochimiques optimales de digestion de la cellulose.

4°) • La complémentati on des pa i l l es de céréa les

Le but de la complémentati on des pa i l l es est de mettre à la di spo- sition des microorganismes du rumen de l'énergie, de l'azote et des minéraux pour leur permettre de dégrader la cellulose.

I l faut privilégier l'uti lisation des sous-produits agro-industriels présents dans les zones de disponibi lité des pa i l l es de céréales.

En zone rizicole, les sous produits de rizerie, son de riz et farine basse de riz peuvent être associés à la pa l l e de riz,

Le mélange à poids égaux de farine basse de riz et de son de maïs a été très performant.

La brisure de riz est riche en amidon. Elle peut être réservée à la volaille.

Excellent complément énergétique, très apétable, la mélasse a une influence positive sur l'ingestion des pa i l l es de céréales.-

Dans le bassin arachidier, le tourteau d'arachide constitue un apport d'énergie d'azote et de phosphore de choix. Son association avec les pa i l l es longues de céréales et les issues de meunerie ou de traitement artisanal, de graines de céréales, peut atteindre des objectifs de production semi-intensive de lait ou de viande.

Il convient cependant de limiter les quantités de tourteau à distribuer. Au-delà de 10 pour cent de la ration, la digestibilité de la matière organique des pailles risque de baisser.

Associée à une source d'énergie facilement utilisable par les micro-organismes du rumen, l'urée peut satisfaire en partie les besoins en matières azotées des ruminants.

La prévalgarisation sous forme de bloc mélasse-urée-minéraux (DIALLO, 1985) mérite d'être poursuivie en milieu traditionnel (SANSOUCY, 1986).

5°) - Le traitement des pailles de céréales

Le traitement chimique des pailles de céréales est recommandable pour assurer le ramassage, le stockage; l'amélioration de la valeur alimentaire et la conservation des pailles de céréales.

Parmi les réactifs utilisés, l'urée est le plus performant. Elle provoque une amélioration de la digestibilité de la matière sèche moins importante que la soude.

Elle a cependant l'avantage de coûter moins cher et d'être plus accessible car déjà utilisée par les agriculteurs sous forme d'engrais azoté.

Elle enrichit aussi la paille d'azote non protéique valorisable par le ruminant.

Le traitement des pailles de céréales à 5 p 100 pourrait actuellement faire l'objet d'une prévalgarisation au Sénégal.

Un conditionnement artisanal (silo en banco ou terre cuite recouvert avec des feuilles de palmiers ou bananiers) devrait être testé en milieu traditionnel

La paille ainsi traitée pourrait constituer un aliment de base en période de soudure, pour les vaches laitières, les boeufs de trait et bovins d'embouche.

Dans plusieurs pays, la rentabilité technique et économique du traitement chimique des pailles a été rapportée par JACKSON en 1979 (23)

Des études économiques de l'opération devraient être tentées au Sénégal pour rassurer les agropasteurs et les convaincre de la pertinence de cette nouvelle technologie.

Estimable à 3 800 000 de tonnes par an, les pailles de maïs, mil, sorgho et riz disponibles au Sénégal sont importantes (cf. Tableau 29).

Une planification rigoureuse de l'utilisation de ces ressources pourrait permettre d'assurer en partie l'amendement minéral des sols (par incinération sur les champs) et les besoins en énergie des ruminants dans le bassin arachidier, la Casamance, le Sénégal Oriental et la vallée du Fleuve Sénégal. Le ferlo héberge la majorité du cheptel sénégalais, mais est déshérité en ressources alimentaires pour le bétail. Il pourrait importer de pailles des céréales à partir des zones limitrophes (Fleuve, Bassin arachidier).

Actuellement, l'agropasteur commence à comprendre l'importance des pailles de céréales dans l'alimentation du bétail.

En Casamance, les ruminants consomment les pailles directement en pâture sur les champs pendant la période post-hivernale et la saison sèche froide. Les résidus de récolte occupent une place importante dans le régime des ruminants dans la zone de Thyssé-Kaymor (voir tableau 30). Il serait intéressant d'évaluer la part des pailles de céréales dans ces résidus de récolte.

Dans la région de Diourbel, les pailles de mil et sorgho sont récoltées et stockées sous forme de meule en prévision des périodes difficiles :

Il faut encourager cette politique de prévoyance en suggérant aux agropasteurs le ramassage précoce et la mise à l'abri des pailles.

.../...

TABLEAU 29 : EVALUATION DU DISPONIBLE EN PAILLE DE CEREALES EN FONCTION DE LA PRODUCTION 1986 (31)

Céréales	Production (tonnes)	Facteur de multiplication	Disponible théorique en paille (tonnes)
Mil + sorgho	633, 726	7	4 436 082
Maïs	107 870	1.5	161 805
Riz Paddy	146 224	1.5	219 336
T O T A L		-	4 817 223

TABLEAU 30 : PART DES RÉSIDUS DE RECOLTE DANS LE RÉGIME'
DES RUMINANTS A THYSSE-KAYMOR

	BOVINS p 100	OVINS p 100	CAPRINS p 100
Sai son sèche froi de	42	40	28
Sai son sèche chaude	32	59	52
Début sai son humide	7	8	4

SOURCE : SALL, 1985

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

- 1 - AMOR Chet-miti, 1981 - Amélioration de la valeur nutritive des sous-produits agro-industriels. Exemple : Faïlles de céréales et marc de raisins
Mémoire de DEA des Sciences et Techniques des productions animales.
INA PG - ENNSA Dijon.
- 2 - ANDERSON (G.D.), BERGER (L.L.), FAHEY (G.C. jr) 1981 - Alkali Treatment of cereal grains II Digestion, ruminant measurements and feed lot performances.
Journal of animal science , vol. 52, N° 1, 1981,
- 3 - ARGAWAL (I.S.), VERMA (M.L.) 1982 - Experiences in on-farm research and application of by product use for animal feeding in asia
'Proceeding of a workshop on applied research Kenya 26-33 sept. 1982
Editors : B. KLIFWAHID, G. R. POTTS, R. M. DRYSDALE.
- 4 - BENAHMED (H.), DULPHY (J.P.) 1985 - Note sur la valeur azotée de fourrages pauvres traitée par l'urée ou l'ammoniac.
Ann., Zootechnie, 1985, 34 (3) 335-346.
- 5 - BESSIN (R.) 1982 - Traitement des pailles et utilisation en alimentation animale : Essai de mise au point d'une ration d'embouche.
Thèse Doct. méd. vét., EISMV N° 2 1985.
- 6 - BIPEA - Recueil des méthodes d'analyses de communautés européennes.
BIPEA - Septembre 1976.
- 7 - CALVET (H.), VALENZA (J.), BOUDERGUES (R.), DIALLO (S.) FRIOT (D.)
CHAMBON (J.) 1974 - La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal.
I - Analyses bromatologiques - Digestibilité in vivo et in vitro.
Bilans azotés et minéraux.
Rev. Elev. Méd. Vét., Pays Trop., 1974, 27 (2) : 207-220

.../...

- 8 - CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), FRIOT (D.), VALENZA (J.), DIALLO (S.)
 CHAMBON (J.) 1974 - La paille de riz dans l'alimentation animale
 au Sénégal : II B
 || - Biochimie du rumen - Embouche intensive - Conclusion,
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1974, 27 (3) : 347-362
- 9 - CALVET (H.), VALENZA (J.) -Collaboration technique de A.M.WANE - Embouche
 intensive de zébus peulh sénégalais à base de paille de riz,
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 1973, 26 (1) : 105-116
- 10 - CHOUNG (CC), Mc MANUS (W.R.) 1976 - Studies on forage cells wall
 3. Effect of feeding alkali treated rice hulls to sheep
J. Agric. Sci. Camb. (1976), 86, 517-530
- 11 - CORDESSE (R.), TABA-TABAI (M.) 1981 - Alimentation d'agneau à partir d'une
 paille traitée à l'ammoniac.
 || - Cinétique de la dégradation dans le rumen de la paille traitée.
Ann. Zootech. 1981, 30 (3) - 299-312
- 12 - DIENG (A.) 1984 - Utilisation des sous-produits agricoles et agroindustriels
 disponibles le long du fleuve Sénégal (République du Sénégal)
 Thèse Ingénieur Agronome : Fac Sci. Agr. Gembloux Belgique 1984.
- 13 - DOLBERG (F.), SAADULLAH (M.), HAQUE (M.) AHMED (R.) 1981 - Conservation des
 pailles traitées à l'urée - Utilisation des matériaux indigènes.
 Revue mondiale de zootechnie 1981 , 38 ; 37-41.
- 14 - DULPHY (J.P.), ZWAENPOEL (P.), KOMAR (A.), ABOULFARAJ (S.) - Valeur ali-
 mentaire des foins traités par l'ammoniac.
Ann. zootechn. 1984, 33 (2) : 187-200

- 15 - F.A.O. 1985 - Problèmes de santé animale en zone sahéio-soudanienne. Aspects nutritionnels.
 || - Ressources alimentaires pour le bétail dans les pays du CILSS.
 Consultation d'experts sur l'amélioration des services de santé animale dans les pays du CILSS juin 1986, 16 p.
- 16 - HADJIPANAYIOTOU (M.) - The effect of ammoniation using urea on the intake and nutritive value of chopped barley straw
 Grass and forage science (1982), Vol. 37, 89-93.
- 17 - HAN (W.H. 1978 - Microbial utilization of straw (à review)
 In advances in applied microbiology vol 23 - 1978
 Academic Press, Inc, pp 119-149
- 18 - HAN (Y.W.) 1975 - Microbial fermentation of rice straw : Nutritive composition and in vitro digestibility of the fermentation products.
 Applied microbiology, Apr. 1975, p 510-514
 Copyright (C) 1975 - American society for microbiology
- 19 - HAN (Y.W.), ANDERSON (A.W.) 1975 - Semi solid fermentation of ryegrass straw
 Applied microbiology. Dec. 1975, vol 30 N° 6 pp 930-934
- 20 - HAN (Y.W.), CALIHAN (C.D.) 1974 - Cellulose fermentation : Effect of substrate pretreatment on microbial growth
 Microbiology J. an, 1974, vol 27 N° 1 pp 159-165
- 21 - HAN (Y.W.), GRANT (G.A.), ANDERSON (A.W.) YU (P. L.) 1976 - Fermented straw for animal feed.
 Feedstuffs 48 (17) : 17 - 20 1976.

.../...

- 22 - ISTASSE (L.), VAN EENAEME (C.), LAMBOT (O.), GELEN (M.), BIENFAIT (J.M.) 1981
 - Etude de quelques facteurs de variation de la digestibilité in vitro.
 Application à un foin traité ou non à la soude,
 Ann. Zootech. 1981 30 (2) : 183-196
- 23 - JACKSON (M.G.) 1979 - Le traitement des pailles pour l'alimentation des animaux, Evaluation de la rentabilité technique et économique
 Revue
 FAO ed. 1979 : 68 p.
 M. 23 - ISBN 92-5 - 200584 - 6
- 24 - KCLLAWAY (R. C.), LEIBHOLZ (J.) 1983 - Effet des apports d'azote sur la consommation des fourrages de qualité médiocre et leur utilisation
Revue mondiale de Zootechnie N° 48 1983 pp 33-37
- 25 - LNERV 1977 - Rapport sur le fonctionnement de l'année 1977
- 26 - LNERV 1980 - Rapport sur le fonctionnement pour l'année 1980, pp 78-79.
- 27 - LNERV 1982 - Rapport sur le fonctionnement de l'année 1982, pp 56
- 28 - LY (C.) 1981 - L'utilisation et le potentiel en alimentation animale des résidus et sous-produits agricoles au Sine-Saloum (Sénégal)
 Essai d'élaboration d'une méthode d'enquête.
Thèse Doct. Méd. Vét., EISMV Dakar, pp 34-42
- 29 - MBODJ (Mahawa) 1977 - Divers procédés de traitement des fourrages et des pailles en vue d'en accroître la digestibilité et la valeur nutritive
 ISRA CNRA BAMBEY, juillet 1977.

- 30 - MONGODIN (B.), TACHER (G.) 1979 - Les SOUS-produits agro-industriels utilisables dans l'alimentation au Sénégal.
IEMVT 1979, 167 p.
- 31 - MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL, REPUBLIQUE DU SENEGAL 1987 - Communication en conseil interministériel du 30 avril 1987 présentée par F. I. SAGNA, Ministre du Développement Rural, pp 39-45.
- 32 - NELSON (M.L.), RUSH (I.G.), KLOPFENSTEIN (T.J.) 1985 - Protein supplementation of ammoniated roughages,
II Wheat straw supplemented with alfalfa blood meal or soybean meal fed to wintering steers.
Journ. of An. Science vol, 61 N° 1, 1985 pp 245-251
- 33 - NELSON (M.L.), KLOPFENSTEIN (T.J.), BRITTON (R.A.), LOWRY (S.R.) - Protein supplementation of ammoniated roughage
III - Corn cobs supplemented with a blood meal corn Gluten meal mixtures. Steer studies.
Journ. of Animal Science, Vol, 61, N° 6 1985 pp 1567-1575
- 34 - NIANG (I.) 1982 - Amélioration de la qualité des fourrages ligno cellulose. Traitement de la paille de riz par les champignons.
Thèse Oct. Méd. Vét. EISMV Dakar N° 21 1982
- 35 - PRESTON (T.R.), LENG (R.A.) 1985 - Matching livestock systems to available feed resources
ILCA ed. 1985 203 p.
- 36 - PRESTON (T.R.), LENG (R.A.) 1984 - Supplementation of diets based on fibrous residues and by products
In : Straw and other fibrous by products as feed.
Eds : F. SUNDSTØL and E. OWEN
Elsevier Press : Amsterdam pp 373-413

- 37 - RIVIERE (R.) 1978 - Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical
IEMVT pp 405-407 et 95-120
- 38 - ROUAÏSSI (H.) 1986 - Note sur la digestibilité in sacco de paille de blé et de sarments de vigne traitée à la soude et à la chaux
Fourrages N° 107 sept 1986 pp 81-88.
- 39 - SALL (C.) 1985 - Valeur alimentaire des pailles longues de céréales
In : Mémoire de confirmation - Description et premiers résultats sur quatre opérations de recherche
LNERV REF. N° 105/AL. NUT. JANVIER 1985 pp 22-40
- 40 - STREETER (C.L.), CONWAY (K.E.) HORN (G.W.) MADER (T.L.) - Nutritional evaluation of wheat straw Incubated with edible mushroom, *Pleurotus ostreatus*
Journ. of Anim. Science, vol 54, N° 1 1982

SUNDSTOL (F.) 1984

Définition des procédures à suivre pour les recherches sur le traitement des résidus de récolte et des sous produits agro-industriels dans les pays en développement,

In : En vue d'une meilleure utilisation des résidus de récolte et des sous produits agro-industriels en alimentation animale dans le pays en développement.

Rapport de la consultation d'experts FAO/CIPEA
Siège du CIPEA ADDIS ABEBA 5-9 mars 1984 p 36.

INDEX DES ABREVIATIONS UTILISEES

G/kg/MS	Grammes par kilogramme de matière sèche
NDF	Neutral detergent fiber
ADF	Acid detergent fiber
MSVI	Matière sèche volontairement ingérée
$\frac{g \text{ sec/kg}}{p 0.75}$	Grammes secs par kilogramme de poids métabolique
DMS	Digestibilité de la matière sèche
DMO	Digestibilité de la matière organique
MAD	Matières azotées digestibles
UF	Unités fourragères
MODI	Matière organique digestible ingérée
MOF	Matière organique des fécès
MAo	Matières azotées de l'offert
MAF	Matières azotées des fécès
MOO	Matière organique de l'offert
ENAO	Extractif non azoté de l'offert
CBF	Cellulose brute des fécès
CBO	Cellulose brute de l'offert
PO	Phosphore de l'offert