

ZV0000817

AMELIORATION DE LA VALEUR NUTRITIVE
DES PAILLES DE CEREALES PAR TRAITEMENT
CHIMIQUE OU BIOLOGIQUE

S. FALL*, H. GUERIN***, I. NIANG** e-t C. SALL*

Communication présentée aux Journées Médicales de DAKAR
Janvi et- 1988

* L. N. E. R. V. - B.P. 2057 DAKAR

** DIRECTION DE LA SANTE ET DES PRODUCTIONS ANIMALES - Avenue Pasteur DAKAR

*** INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX (CIRAD)
10, Rue Pi erre Curie - 94704 - Mai sons-Aj fort Cedex, FRANCE

REF. 86/AL. Nud
Novembre 1987

R E S U M E

Estimable à 4 800 000 Tonnes par an (FALL et Al. 1987), les pailles de maïs, mil, sorgho et riz représentent un disponible fourrager très important pour les ruminants au Sénégal.

La valeur nutritive est cependant limitée par une faible concentration en nutriments digestibles,

Pour casser les liaisons ligno-cellulosiques, libérer les glucides pariétaux et augmenter la valeur énergétique des pailles, des traitements chimiques (urée et la soude) et biologiques (traitement fongique) ont été comparativement testés sur les pailles de maïs, mil, sorgho et riz.

La valeur nutritive des produits a été estimée par analyses chimiques et digestibilité *in vivo* sur ovins.

La digestibilité des pailles de maïs, mil, sorgho et riz traitées à l'urée ont été respectivement rehaussée de 8, 20, 19 et 12 points. La concentration de 5 p 100 d'urée a été optimale.

La soude a provoqué une amélioration de 2.6 points de la digestibilité de la paille de mil. Ces résultats ont été obtenus avec une concentration de 6 p 100 de NaOH et un temps d'incubation de 24 heures

Le coût moins élevé et la simplicité du traitement à l'urée comparé à la soude, et l'enrichissement en azote non protéique de la paille suggèrent la poursuite d'essais dans ce sens, et l'introduction de cette nouvelle technologie chez l'agro-pasteur en zone de production céréalière au Sénégal.

I N T R O D U C T I O N

Les pailles de céréales représentent un disponible fourrager très important au Sénégal. Les quantités de pailles de maïs, mil, sorgho et riz sont estimables à 4 800 000 Tonnes par an (FALL et AL., 1987). Elles ne sont pas utilisées à bon escient. La récolte précoce et la mise à l'abri ne sont pas souvent effectuées.

Après la récolte des graines, les pailles sont pâturées sur les champs par les ruminants. Une grande partie est gaspillée par piétinement et dispersion par les vents.

L'utilisation domestique des tiges de mil et sorgho (fabrication de clôtures ou comme bois de chauffe) et l'amendement minéral des sols par incinération dans les champs, occupent encore une place importante dans les systèmes agricoles.

En rapport avec l'entretien du cheptel de trait et le développement de l'élevage de rente, le ramassage et le stockage des ~~pailles de céréales~~ se sont rapidement étendus dans le Nord du Bassin arachidier et la vallée du fleuve Sénégal au cours de ces dernières années (FAYE, 1986) (10).

Les pailles de maïs, mil, sorgho et riz ont une valeur alimentaire limitée par une faible concentration en azote et en glucides facilement utilisables. Les minéraux composés principalement de silice, sont sous une forme indisponible (CALVET et al. 1973, CALVET et al., 1974 ; FALL et al. 1987). Leur présentation grossière limite leur ingestibilité par les ruminants.

En revanche, elles ont une teneur appréciable en matière organique dont l'utilisation par les Ruminants est limitée par la barrière ligno-cellulosique.

Le traitement des pailles a pour but de casser les liaisons ligno-cellulosiques en vue de libérer la cellulose et les hémicellulose et de permettre leur transformation en énergie par les Ruminants.

Des méthodes chimiques et biologiques (HAN, 1975 ; HAN, 1978, JACKSON, 1979 ; AMOR (1981 ; ISTASSE et al. 1981 ; DOLBERG et al. 1981 ; CORDESSE et TAPA TAPA 1981 ; DULPHY et al. 1984) sont utilisées pour améliorer la valeur énergétique, l'ingestibilité et la digestibilité des pailles de céréales.

Depuis 1977, diverses méthodes ont été comparativement testées au LNERV de Dakar, par l'équipe du service d'Alimentation. Le présent article en expose la méthodologie et les résultats obtenus en vue d'examiner l'incidence du traitement des pailles de maïs, mil, sorgho et riz sur le système d'Alimentation des Ruminants au Sénégal.

I - MATERIEL ET METHODE

Les traitements effectués sont décrits au tableau 1. Ils étudient l'effet espèce traitée, niveau de soude ou d'urée et l'influence des champignons sur la valeur alimentaire des pailles traitées.

1.1 - Le traitement chimique

1.1.1 - Le traitement à l'urée

a) - L'effet espèce

La paille hachée est aspergée d'une solution au 1/100 de soude de 5 p 100 à raison d'un litre de solution par Kg de paille brute. La paille est ainsi conservée sous silo bûché étanche pendant trois semaines.

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

Les pailles de maïs, mil, et sorgho ont été distribuées frais et font l'objet d'une comparalson.

Ouvert pour la distribution, le silo est fermé chaque jour entre les repas,

b) - L'effet concentration d'urée

Un mélange à poids égal de pailles de maïs, mil 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.

.../...

TABLEAU 1 ; FAILLES DE CEREALES TRAITES A L'UREE,
A LA SOUDE OU AUX CHAMPIGNONS

PA I L L ES	ESPECE	N
Paille de riz traitée à l'urée 5 p 100	Ovine	1
Paille de maïs " " "	"	1
Paille de mil " " "	"	1
Faille de sorgho " " "	"	1
M* traitée à l'urée 3 p 100	"	1
" " 5 p 100	"	1
" II 6 p 100	"	1
Paille de mil traitée à la soude 3 p 100	"	3
" " " 4 p 100	"	3
" II " 6 p 100	"	3
" " " 8 p 100	"	3
Paille de riz traitée aux champignons Fusarium oxysporum	"	2
Paille de riz traitée aux champignons Fusarium monoliforme	"	1

M* : mélange à poids égal de pailles de maïs, mil et sorgho.

1.1.2 - Le traitement à la soude

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

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

eau : 2.5 litres
paille de mil : 1 kg
soude : 30 - 40 - 60 ou 80 g : les différents niveaux de soude ont été testés.

Le temps de contact 24, 48 et 96 heures ont été comparés,

1.2 - Le traitement fongique

Deux souches de champignons : *Fusarium oxysporum* et *Fusarium moniliforme*, provenant du laboratoire de Cryptogamie de Lyon ont été comparées.

La technique de traitement comprenait trois étapes. Après culture sur PDA* pendant six jours, les champignons ont été reensemencés sur milieu spécial de WAN ITERSON pendant une semaine,

La solution obtenue a été aspergée la paille à raison de deux litres par kilo.

Après incubation dans un fût fermé pendant sept jours, la paille a été séchée au soleil.

.../...

*PDA : Potato Dextrose Agar

1.3 - Digestibilité des pailles traitées

La digestibilité des pailles traitées à l'urée et à la soude a été évaluée par la technique classique des bilans in vivo (FRIOT et GUERIN, 1983).

La digestibilité de la paille de riz traitée aux champignons a été déterminée in vitro par la méthode de TILLEY-TERRY.

1.4 - Analyses chimiques (5)

Les matières sèches ont été obtenues après dessiccation à l'étuve à 70°C, et les minéraux par calcination au four à 550°C.

Les matières azotées totales ont été dosées par la technique de GELDAHL et la cellulose brute selon celle de WEENDE.

Le calcium et le phosphore ont été analysés par colorimétrie.

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

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - LE TRAITEMENT CHIMIQUE

1.1 - Traitement à l'urée

1.1.1 -- L'effet espèce (cf tableau 2)

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

.../...

metabolique, de la digestibilité de la matière sèche de 11.6 points et de la teneur en matière azotée totale de 3.4 points.

Ces trois paramètres ont respectivement augmenté de 28, 27 et 75 pour cent. Ces résultats s'approchent de ceux de DOLBERG, 1981 (8) et JACKSON 1979 (16)

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 11 points, 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 5.7 points. En pourcentage, l'ingestion, la digestibilité de la matière sèche et les 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 kilo de poids métabolique.

.../...

bolique, la digestibilité de la matière sèche de 18 points et les matières azotées totales de 10.4 points, 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 car 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 le traitement de 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 une capacité de fixation de l'azote non protéique supérieure à celle de la paille de mil.

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'ingestion inférieure à celle qu'on obtient avec le traitement à 5 pour cent d'urée qui est donc la concentration optimale (cf tableau 3).

.../...

TABLEAU 2 : 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

Pailles de céréale	Valeur alimentaire	MAT (p 100)	DMS (p 100)	MSVI g sec/kg (p 0,75)
Paille de riz	Traitée à l'urée (5 p 100)	7.9 n = 1	54.4 ± 3.76 n = 6	51.01 ± 9.53 n = 6
	Témoin	4.5 n = 1	42.8 ± 3.62 n = 6	47.76 ± 2.8) n = 5
Paille de maïs	Traitée à l'urée (5 p 100)	14.9 n =	57.2 ± 4.84 n = 6	52.68 ± 10.30 n = 6
	Témoin	3.9 n =	49.3' ± 2.47 n = 6	39.56 ± 4.63 n = 6
Paille de mil	Traitée à l'urée (5 p 100)	14.10 n = 1	58.8 ± 5.59 n = 4	56.15 ± 3.43 n = 4
	Témoin	8.40 n = 1	39.2 ± 6.46 n = 5	≥1.50 ± 6.39 n = 4
Paille de sorgho	Traitée à l'urée (5 p 100)	14.60 n = 1	65.1 ± 2.78 n = 6	68.46 ± 3.49 n = 6
	Témoin	4.2 n = 1	47.2' ± 4.70 n = 2	49.80 ± 6.28 n = 5

TABLEAU 3 : TRAITEMENT A L'UREE DES PAILLES DE CEREALES EFFET DE LA CONCENTRATION EN UREE

Paille	Concentration d'urée p 100	Digestibilité de la matière sèche p 100	matière sèche ingérée g/kg p 0.75
Mélange P/P de paille de mil + paille de maïs + paille de sorgho	3	42.4 ± 1.1 n = 4	30 ± 7 n = 4
	5	56.0 ± 8.4 n = 2	41 ± 14 n = 4
	6	50 ± 6 n = 3	34 ± 5 n = 3

TABLEAU 4 : TRAITEMENTS TESTES POUR ETUDIER L'INFLUENCE DE LA TENEUR EN SOUDE ET DU TEMPS DE CONTACT SUR L'AMELIORATION DE LA PAILLE DE MIL

Temps de contact heures	Teneur en soude (g) par kg de paille			
	30	40	50	60
24	Mil 30 - 24	Mil 40 - 24	Mil 50 - 24	Mil 60 - 24
48	Mil 30 - 48	Mil 40 - 48	Mil 50 - 48	Mil 60 - 48
96	Mil 30 - 96	Mil 40 - 96	Mil 50 - 96	Mil 60 - 96

Source : Rapport annuel LNERV 1977

TABLEAU 5 : PALETTE DE MIL TRAITEE A LA SOUDE ; ANALYSES BROMATOLOGIQUES

Il le analysée	MS	MM	MG	CB	MAT	P	CA	Insoluble chlorhy- drique	ENA	ADF	Lign.	Lign/ADF	NDF
Ille de mil noir	928	98	12	406	36	1.5	3.14	29	448	546	86	158	802
Il 30-24	973	132	9	402	41	1.46	3.77	41	415	522	91	174	527
Il 40-24	978	137	8	410	42	1.52	4.94	29	302	500	90	180	512
Il 50-24	973	139	9	399	40	1.47	4.12	18	413	510	92	180	507
Il 60-24	968	157	7	391	39	1.34	4.94	23	407	499	80	160	491
Il 30-48	948	124	10	398	44	1.43	3.47	23	424	512	78	152	517
Il 40-48	961	132	9	387	43	1.52	3.72	24	429	525	81	154	520
Il 50-48	966	142	8	384	39	1.42	3.42	21	427	523	82	157	704
Il 60-48	955	152	8	394	44	1.36	3.33	18	402	531	78	147	688
Il 30-96	974	136	9	407	47	1.65	4.27	26	401	526	66	125	794
Il 40-96	972	142	9	402	43	1.33	4.28	33	404	540	82	152	788
Il 50-96	971	146	8	364	43	1.36	3.85	27	438	503	74	147	702
Il 60-48	975	179	7		39	1.47	4.54	29	546	489	65	133	578

Source : Rapport annuel LNERV 1977

TABLEAU 6 : PAILLE DE MIL TRAITEE A LA SOUDE DIGESTIBILITE
DE LA MATIERE SECHE "IN VITRO" P 100

Temps de contact	Teneur en soude g/kg de paille			
	30	40	50	60
24 heures	52.6	56.1	58.6	62.5
48 heures	52.4	57.6	57.2	62.6
96 heures	52.2	56.4	57.9	62.8

Paille de mil témoin : 36 p 100

Source : Rapport annuel LNERV 1977

1.3 - Traitement de la paille de mil à la soude

Les résultats obtenus concernant la paille de mil et examinent l'effet de la concentration en soude et du temps de contact (cf tableau 4) sur sa digestibilité et sa valeur bromatologique.

1.3.1 - Influence de la concentration en soude (Tableau 5 et 6)

Une influence positive et linéaire de la teneur en soude sur la digestibilité de la matière sèche a été constatée. La concentration maximale de 6 p 100 a provoqué une amélioration importante de la DMS de 26 points.

Dans les ratons à fort pourcentage de paille traitée (supérieure à 75 p 100), il y a lieu de limiter la concentration en soude pour éviter une intoxication éventuelle.

Selon JACKSON 1979 (16), les quantités les plus faibles de soude qui donnent une amélioration maximale de la paille se situent entre 3 et 6 p 100.

Jusqu'à 6 p 100, la valeur bromatologique de la paille de mil n'a subi aucun changement majeur. Cette concentration semble donc être optimale. Elle a sensiblement amélioré la digestibilité de la paille en donnant un produit d'une alcalinité correcte qui autorise la suppression du lavage et de la neutralisation,

1.3.2 - influence du temps de contact (Tableau 6)

Le temps de contact paille-soude n'a eu aucun effet sur la digestibilité et la valeur bromatologique de la paille de mil.

Un temps minimal de 24 heures suffit,

.../...

II - TRAITEMENT FONGIQUE DE LA PAILLE DE RIZ

Les champignons n'ont pas modifié la valeur bromatologique de la paille de riz (cf tableau 71).

La digestibilité de la matière organique n'a pas été améliorée par le traitement avec *Fusarium oxysporum* alors qu'elle a été déprimée par *Fusarium moniliforme* (cf tableau 8).

Les résultats obtenus par NIANG en 1982 (21) ont mis en évidence la supériorité de *Fusarium oxysporum* confirmée par la valeur énergétique des pailles traitées en comparaison avec celles non traitées aux champignons (cf tableau 9). Notons cependant que l'amélioration obtenue par *Fusarium oxysporum* 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 hypothétique les possibilités d'application à grande échelle.

.../...

TABLEAU 7 : INFLUENCE DU TRAITEMENT AUX CHAMPIGNONS SUR LA COMPOSITION
CHIMIQUE DE LA PAILLE DE RIZ

Analyse	Paille de riz g/kg MS		
	Témoïn	Traitée par <i>Fusarium oxysporum</i>	Traitée par <i>Fusarium monili form.</i>
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
Calcium	3.44	2.79	2.18

Source : NIANG, 1982, FALL, 1983 résultats non publiés

TABLEAU 8 : DIGESTIBILITE IN VITRO DES PAILLES TRAITÉES ET NON TRAITÉES
AUX CHAMPIGNONS

Pal Ile de riz	DMS	DMO
Témo in	37.2	38.1
Paille de riz traitée par <i>Fusarium oxysporum</i>	31.1 ± 1.6	38.2 ± 3.3
Paille de riz traitée par <i>Fusarium monoli for-</i> me	34.5 ± 1.3	34.9 ± 2.0

Source ; NIANG 1982

TABLEAU 9 : VALEUR FOURRAGERE DES PAILLES TRAITÉES ET NON TRAITÉES
AUX CHAMPIGNONS DISTRIBUEES AUX OVINS

	Pal Ile de riz seule	RATIONS MIXTES		
		Paille de riz + 60 g tourteau	Paille de riz FO + 60 g tourteau	Paille de riz FM + 60 g de tourteau
UF/kg MS	0.46	0.48	0.55	0.38

Source : NIANG 1982

C O N C L U S I O N

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 au Sénégal.

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 utilisé 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 pré vulgarisation au Sénégal.

Un conditionnement artisanal (si lo 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 ().

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.

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

- 1 - AMOR Chermîti 1981 - Amélioration de la valeur nutritive des sous-produits agro-industriels. Exemple : Pailles de céréales et marc de raisin.
Mémoire de DEA des Sciences et Techniques des productions animale - INA PG ENSSA Dijon.
- 2 - ARGAWAL I. S., VERMA M.L., 1982 - Expériences in On-farm research and application of by product use for animal feeding in asia
Proceeding of a workshop on applied research Kenya 26-30 septembre 1982.
Eds : B. KLIFWAHID, G.R. POTTS, R.M. DRYSDALE
- 3 - BEMAHMED H., DULPHY J. P., 1985 - Note sur la valeur azotée des fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac
Ann. Zootech., 1985 : 34 (3) 335 - 346
- 4 - 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 1982.
- 5 - BIPEA 1976 - Recueil des méthodes d'analyses des communautés européennes
Septembre 1976.
- 6 - CALVET (H.), VALENZA (J.), BOUDERGUE 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 e-t minéraux
Rev. Elev. Med. vet. Pays Trop, 1974 : 27 (2) : 207-220
- 7 - CORDESSE R., TABA-TABAI M. 1981 - Alimentation d'agneau à partir d'une paille traitée à l'ammoniac.
II - Cinétique de la dégradation dans le rumen de la paille traitée.
Ann. Zootech. 30 (3) 299-312

- 8 - DOLBERG F., SAADULLAH M., HA UE M., AHMED R. 1981 - Conservation des pailles traitées à l'urée. Utilisation des matériaux indigènes.
Rev. Mond. Zootech. 38 : 37-41.
- 9 - DULPHY J. P., ZWAENEOEL P., KOMAR A., ABOULFARAJ S. 1984 - Valeur alimentaire des foins traités par l'ammoniac.
Ann. Zootech. 33 (2), 187-200.
- 10 - FAYE A. - Disponible et perspectives pour l'utilisation des sous-produits agricoles en alimentation animale au Sénégal, Actes du Séminaire sur les "méthodes pour ta recherche sur les systèmes d'Élevage en Afrique intertropicale" tenu du 2 au 8 février 1986. Etude et synthèse de l'IEMVT N° 20, E. LANDAIS, J. FAYE Eds.
- 11 - HADJIPANAYIOTOU M. 1982 - The effect of ammoniacal urea on intake and nutritive value of chopped barley straw
Grass and forage science vol. 37 : 89-93
- 12 - FALL S.T., GUERIN H., SALL C. et MBAYE N. 1987 - Les pailles de céréales dans le système d'alimentation des Ruminants au Sénégal
Rapport ISRA-IEMVT à paraître.
- 13 - HAN W.H. 1978 - Microbial utilisation of straw (a review).
In Advances in applied microbiology vol. 23 Academic Press, Inc pp 119-149.
- 14 - HAN Y. W. 1975 - Microbial fermentation of rice straw : Nutritive composition and in vitro digestibility of the fermentation products.
Applied microbiology Agr. 1975 p 510-514
- 15 - HAN Y.W., GRANT G.A., ANDERSON A.W., YU P.L. 1976 - Fermented straw for animal feed feedstuffs 48 (17) : 17-20

.../...

- 16 - JACKSON M. G. 1979 - Le traitement des pailles pour l'alimentation des animaux. Evaluation de la rentabilité technique et économique
Revue FAO éd. 1979, 68 p
M. 23 ISBN 92 - 5 - 200584 - 6
- 17 - LNERV - ISRA 1977 - Rapport sur le fonctionnement de l'année 1977
- 18 - LNERV - ISRA 1980 - Rapport sur le fonctionnement pour l'année 1980.
- 19 - LNERV - ISRA 1982 - Rapport sur le fonctionnement de l'année 1982
- 20 - 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 de Bambey JUILLET 1977
- 21 - NIANG I. 1982 - Amélioration de la qualité des fourrages ligno-cellulosiques destinés à l'alimentation des Ruminants domestiques.
Traitement de la paille de riz par les champignons
Thès. Doct. méd. vét. EISMV Dakar N° 21, 1982

LISTE DES ABREVIATIONS

g/kg MS	grammes par kilogramme de matière sèche
MM	matières minérales
MA	matières azotées
CB	cellulose brute
ENA	extractif non azoté
MG	matière grasse
P	phosphore
Ca	calcium
NDF	neutral detergent fiber
ADF	Acid Detergent Fiber
MSVI	matière sèche volontairement ingérée
UF	unité Fourragère
DMS	Digestibilité de la matière sèche