

Rapports PSS N° 25

Production Soudano-Sahélienne (PSS)
Exploitation optimale des éléments nutritifs en élevage

Projet de coopération scientifique

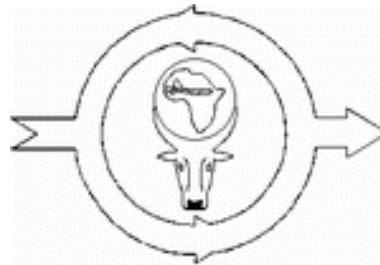
Utilisation de la fane de niébé (*Vigna unguiculata*) et du tourteau de coton comme suppléments de la paille de riz (*Oryza sativa*) par des taurillons

G.A. Kaasschieter¹⁾, J. Attema¹⁾ & Y. Coulibaly²⁾

1) AB-DLO, B.P. 14, 6700 AA Wageningen, les Pays-Bas

2) Institut d'Economie Rurale (IER), B.P. 258, Bamako, Mali

IER, Bamako
AB-DLO, Wageningen, Haren
DAN-UAW, Wageningen



P S S

Rapports PSS N° 25

Wageningen, 1996

Rapports du projet Production Soudano-Sahélienne (PSS)

Numéro 25

Table de matières

- [Résumé](#)
- [1. Introduction](#)
- [2. Matériels et méthodes](#)
 - [2.1. Animaux et rations](#)
 - [2.2. Ligestion de la paille de riz](#)
 - [2.3. La digestibilité apparente de la matière organique](#)
 - [2.4. Modèles statistiques](#)

- [2.4.1. La digestibilité](#)
 - [2.4.2. La matière organique ingérée digestible](#)
 - [2.5. Gain moyen quotidien](#)
 - [2.6. Analyse économique](#)
 - [2.7. Analyse statistique](#)
- [3. Résultats](#)
 - [3.1. Composition de la paille](#)
 - [3.2. Ingestion de la matière organique \(digestible\) et gain moyen quotidien](#)
 - [3.3. Rentabilité de l'utilisation de fane de niébé et tourteau de coton](#)
- [4. Discussion et conclusions](#)
- [Bibliographie](#)
- [Annexe I](#). Evolution du gain moyen quotidien des taurillons (GMQ, g kg^{-0,75}) en fonction de l'ingestion de la matière organique digestible (MOID, g kg^{-0,75} j⁻¹) des rations constituées par la paille de riz et la fane de niébé ou le tourteau de coton
- [Annexe II](#). Besoins en paille de riz et en suppléments (kg) par niveau de production
- [Annexe III-a](#). Analyse économique de l'utilisation de la fane de niébé avec la paille de riz par des taurillons
- [Annexe III-b](#). Analyse économique de l'utilisation du tourteau de coton avec la paille de riz par des taurillons
- [Annexe IV-1](#). Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages.
- [Annexe IV-2](#). Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)
- [Annexe IV-3](#). Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)
- [Annexe IV-4](#). Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)
- [Annexe IV-5](#). Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)
- [Annexe IV-6](#). Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)

« The research for this publication was financed by the Netherlands' Minister for Development Co-operation. Citation is encouraged. Short excerpts may be translated and/or reproduced without prior permission, on the condition that the source is indicated. For translation and/or reproduction in whole the Section DST/SO of the aforementioned Minister should be notified in advance (P.O. Box 20061, 2500 EB The Hague). Responsibility for the contents and for the opinions expressed rests solely with the authors; publication does not constitute an endorsement by the Netherlands' Minister for Development Co-operation ».

Résumé

Le présente étude examine l'utilisation de la fane de niébé (*Vigna unguiculata*) et du tourteau de coton comme suppléments avec la paille de riz (*Oryza sativa*) par les taurillons de la race Zébu Peul. Deux essais d'ingestion fourragère ont été exécuté avec 24 taurillons. Quatre lots de 6 animaux ont été soumis aux 4 niveaux de supplémentation de fane de niébé et de tourteau de coton, respectivement. Chaque animal a reçu 3 niveaux différents d'offre de la paille de riz, variant d'environ 120 % jusqu'à 240 % de l'ingestion attendue de la paille.

L'ingestion volontaire de la paille de riz n'est pas influencé par les offres élevées, indiquant qu'il n'y a pas une sélection des composantes les plus digestibles de la paille par le taurillon. La qualité moyenne de la paille de riz est faible: la digestibilité de la matière organique *in vivo* est de 52,1 % et la teneur en azote s'élève à 7,2 g par kg MO. L'ingestion moyenne de la paille augmente significativement avec des quantités restreintes des suppléments; cet effet est le plus évident pour le tourteau de coton. La faible valeur nutritive de la paille de riz entraîne une ingestion de la matière organique digestible (MOID) au-dessous du niveau de l'entretien de l'animal. La supplémentation avec la fane de niébé et le tourteau de coton occasionne une augmentation significative de la MOID. Avec le tourteau de coton un niveau de production égal à 1,7 du niveau de l'entretien peut être atteint (fane de niébé: 1,6 * l'entretien). Cette ingestion de la MOD peut être estimée par la teneur en azote de la ration ($r^2=0,93$). Le tourteau de coton est plus efficace en termes du gain par kilogramme supplément que la fane de niébé. L'efficacité de l'utilisation des suppléments dépend de la valeur nutritive de la ration de base comme du supplément et du niveau de production. La valeur nutritive des fourrages est variable et dépend de beaucoup des facteurs comme la variété, le niveau de fertilisation, la date de récolte.

En comparant les ratios valeur/coût de l'utilisation des 2 suppléments, la supplémentation de la paille de riz avec la fane de niébé pendant 90 jours apparaît plus profitable que celle avec le tourteau de coton. Ceci est notamment le cas quand la fane de niébé et la paille de riz sont produites dans la même exploitation (sur le champs en jachères ou en rotation avec des céréales).

1. Introduction

Dans la zone Soudano-Sahélienne la pression démographique et les besoins croissants à satisfaire en produits alimentaires agricoles occasionnent une exploitation de plus en plus intensive des ressources naturelles (terres agricoles, pâturages). La durabilité des systèmes de production agro-pastoraux sera menacée par cette intensification quand il s'agit d'une surexploitation des ressources disponibles.

L'élément-clef en ce qui concerne la production durable des systèmes agro-pastoraux constitue l'amélioration de la disponibilité en éléments nutritifs du sol, car il représente le facteur le plus limitatif ([Penning de Vries & Djitèye, 1991](#); Van Keulen & Breman, 1990). C'est dans ce cadre que l'objectif du Projet Production Soudano-Sahélienne (PSS) a été formulé, c'est-à-dire contribuer au développement des systèmes agro-pastoraux durables dans la zone Soudano-Sahélienne des pays sahéliens par la recherche de l'efficacité maximale de l'utilisation des intrants azotés et phosphatés dans la production végétale et animale.

La recherche de l'Equipe Exploitation Fourragère (EEF) du PSS est orientée vers l'utilisation la plus efficace

des suppléments fourragers (comme intrant azoté) pendant la saison sèche pour plusieurs systèmes d'élevage bovin (stabulation - parcours naturels) en tenant compte du comportement fourrager de l'animal (sélection). Pour atteindre cet objectif des essais fourragers sur l'ingestion et la digestibilité sont formulés avec deux types de fourrage de faible qualité, c'est-à-dire la paille de riz (comme paille fine) et la paille de mil (comme paille grossière) respectivement, et avec différents types de suppléments, comme le tourteau de coton, la fane de niébé et le bourgou.

L'approche choisie est celle de la 'dose - réponse', laquelle donnera des informations sur:

- l'effet de chaque niveau de supplément sur l'ingestion de la ration de base et la digestibilité de la ration totale;
- l'effet de chaque niveau de supplément sur la production animale.

La connaissance de ces effets permettra ensuite l'élaboration de stratégies fourragères sur la base d'une analyse économique.

Dans ce rapport de recherche l'EEF présente les résultats de deux essais d'ingestion fourragère et de digestibilité de la paille de riz (*Oryza sativa*) supplémentée avec d'une part 4 'doses' de fane de niébé (*Vigna unguiculata*) et d'autre part 4 doses de tourteau de coton par des jeunes taurillons^[1].

L'objectif de ces deux essais est de déterminer la rentabilité de ces rations fourragères en fonction des différents niveaux de production animale. D'abord des paramètres zootechniques, comme l'ingestion de la ration, le niveau de sélection de la paille et l'interaction entre la paille de riz et les suppléments, seront traités. Ensuite une analyse économique montrera la rentabilité de l'utilisation de ces 2 suppléments. Une attention particulière sera donnée à la variation dans la valeur nutritive de la paille de riz et des suppléments et dans ce cadre une comparaison sera faite avec des autres fourrages.

2. Matériels et méthodes

2.1. Animaux et rations

Les deux essais de l'ingestion et de la digestibilité se sont déroulés en 1994 aux étables de la Station de Recherche Agronomique de Niono avec 24 taurillons en croissance (poids vif début: 150 - 200 kg) de race Zébu Peuhl. Quatre lots de 6 taurillons sont soumis aux 4 niveaux de supplémentation (SUP0 - SUP3) de fane de niébé (essai 1 - mars à mai) et de tourteau de coton (essai 2 - juin à août), correspondant à 0 % (témoin), 20 %, 40 % et 60 %, respectivement, de l'ingestion volontaire totale attendue^[2] et exprimés en gramme de matière organique par kilogramme poids métabolique par jour (g MO kg^{-0,75} j⁻¹).

La paille de riz est classée comme paille fine. Il n'y a pas des indications dans la littérature que les ruminants sélectionnent les composantes les plus digestibles de ces types de paille (Doyle *et al.*, 1988; Soebarinoto *et al.*, 1991, de Jong et van Bruchem, 1993); des niveaux élevés de l'offre n'influenceront pas l'ingestion volontaire de la paille par l'animal (voir [2.2](#)). Néanmoins, pour permettre de comparer les résultats avec les essais de la paille de mil (paille grossière) le même dispositif expérimental est utilisé; cela veut dire que chaque lot est subdivisé en trois sous groupes de 2 animaux qui reçoivent environ 120 % (QO1), 180 % (QO2) et 240 %

(QO3), respectivement, de l'ingestion volontaire attendue de paille de riz (voir tableau 1).

La paille de riz et la fane de niébé ont été récoltés durant la campagne 1993 et proviennent du même terroir villageois (aux environs de la ville de Niono). Dans la zone de Niono le battage du riz se fait par une batteuse, ce qui réduit la taille de la paille. Ensuite la paille est bottelée mécaniquement pour faciliter le transport et le stockage.

Le tourteau de coton est le sous-produit d'extraction d'huile des graines de coton, et provient en forme de pellet de l'usine HUICOMA (Huilerie Cotonnière du Mali) de Koulikoro.

La mesure de l'ingestion (15 jours) et la collecte de fèces (les 7 derniers jours de ces 15 jours) ont lieu en 3 différentes périodes de mesure pendant lesquelles la quantité offerte (QO) de la paille de riz change entre les sous groupes.

Tableau 1. Dispositif expérimental d'un lot

sous groupes: animaux:		I n=2	II n=2	III n=2
pm1	adaptation: 28 jours mesure : 15 jours	QO1	QO2	QO3
pm2	adaptation: 5 jours mesure : 15 jours	QO2	QO3	QO1
pm3	adaptation: 5 jours mesure : 15 jours	QO3	QO1	QO2

pm = période de mesure; QO = quantité offerte paille de mil

Le supplément est distribué quotidiennement à 8 h, tandis que la paille de riz est distribuée deux fois à 8 h et à 18 h. Le refus de la paille et le fèces de chaque animal sont pesés quotidiennement (7 h 30). Un échantillon de la quantité offerte de la paille, du supplément, du refus et du fèces (par animal) est pris quotidiennement et gardé. Chaque semaine un sous-échantillon de chacun de ces différents échantillons est pris, séché à l'étuve (24 h, 60deg. C) et broyé (1 mm) pour l'analyse de la matière sèche et des cendres (quantité offerte et refus) et de l'azote (quantité offerte).

Pour la couverture des besoins en minéraux, une pierre à lécher est mise à la disposition de chaque animal.

Les animaux sont pesés au début et à la fin de chaque période de mesure. Ils sont soumis au programme de vaccination et de déparasitage.

2.2. L'ingestion de la paille de riz

Pour la description de l'ingestion de la paille de riz en fonction de la quantité offerte le modèle non linéaire suivant a été utilisé: (Zemmelink, 1980)

$$MOI_e = MOI_m \left[1 - e^{-\left(\frac{QO}{MOI_m} \right)^h} \right]^{\frac{1}{h}} \quad \text{Equation 1}$$

avec:

$$0 < p < 1$$

$$m > 0$$

$$h > 0$$

où

MOI_e = matière organique ingérée ($\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$)

MOI_m = matière organique maximale ingérée ($\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$)

QO = quantité offerte de matière organique du fourrage ($\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$)

p = fraction de fourrage acceptable, quelque soit la quantité offerte

h = paramètre de la courbe, tel que $MOI = MOI_m * (1 - e^{-1})^{1/h}$ quand $QO = MOI_m/p$; le degré d'homogénéité du fourrage consommable

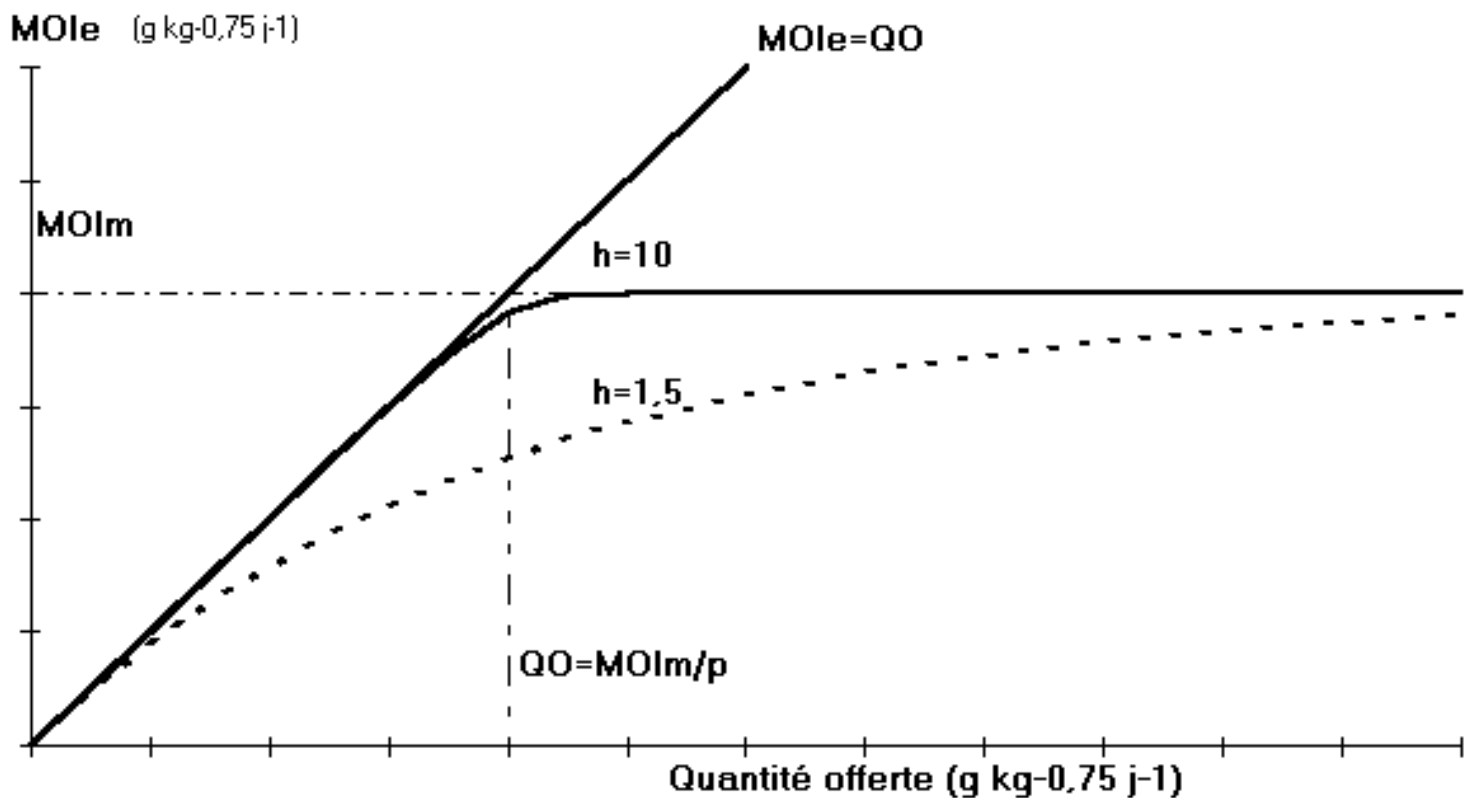


Figure 1. Relation entre la matière organique ingérée (MOI) et la quantité offerte (QO) ($\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$) (Zemmelink, 1980)

Ce modèle estime trois paramètres: l'ingestion maximale de la matière organique (MOI_m), la fraction acceptable (p) et un paramètre de courbe (h).

Des valeurs faibles de h se traduisent par une dépression de MOI quand $QO = MOI_m/p$ (voir Figure 1); elles indiquent que le fourrage est hétérogène et que l'animal peut faire une distinction entre les différentes composantes de ce fourrage (Zemmelink, 1980). Il est une mesure pour l'homogénéité du fourrage consommable.

Le paramètre p est considéré comme une caractéristique du fourrage qui sera déterminé pour le lot SUP 0 (témoin); pour les lots supplémentés on prendra l'estimation de p du lot témoin.

Si les résultats donnent une estimation élevée du paramètre h , on peut tirer la conclusion que l'ingestion de la paille ne sera plus influencée par l'offre quand cette dernière est supérieure à l'ingestion maximale ($QO_p > MOI_m$). Par conséquent, l'offre de la paille de riz ne sera pas prise en compte dans les modèles pour estimer la digestibilité et l'ingestion de la matière organique digestible[3]

2.3. La digestibilité apparente de la matière organique

La digestibilité apparente de la matière organique (DMO) de la ration par animal a été calculée comme suit:

$$DMO_i \% = \left(\frac{MOID_i}{MOI_{totale,i}} \right) \times 100 \% \quad \text{Equation 2}$$

où

DMO_i = digestibilité apparente de la matière organique de l'animal i (%)

$MOID_i$ = matière organique ingérée digestible de l'animal i (= $MOI_{totale,i} - MO_{fèces,i}$) ($g \text{ kg}^{-0,75} j^{-1}$)

$MOI_{totale,i}$ = matière organique ingérée totale de l'animal i ($g \text{ kg}^{-0,75} j^{-1}$)

$MO_{fèces,i}$ = matière organique du fèces de l'animal i ($g \text{ kg}^{-0,75} j^{-1}$)

2.4. Modèles statistiques

L'objectif de ces essais est de déterminer la rentabilité de l'utilisation des 2 suppléments azotés avec la paille de riz. Pour atteindre cet objectif l'élaboration des modèles statistiques est nécessaire pour prédire l'effet d'un niveau quelconque de supplément (l'azote) sur l'ingestion et la digestibilité de la ration totale. La teneur en azote dans la ration joue un rôle important dans la digestibilité et l'ingestion (énergétique). Dans les modèles statistiques, alors, le taux d'azote sera pris comme variable explicatif.

2.4.1. La digestibilité

Pour permettre d'estimer la digestibilité indépendamment d'un certain niveau du supplément, la DMO est analysée en fonction de l'ingestion de l'azote en utilisant le modèle de régression multiple suivant[4] :

$$DMO_e \% = a + b N + c (N \times N) + e_r \text{ Equation 3}$$

où

DMO_e % = digestibilité apparente estimée de la matière organique (%)

N = azote de la ration ($g\ kg^{-1}$ MO)

a = constante

b, c = coefficient de régression

e_r = erreur résiduelle

2.4.2. La matière organique ingérée digestible

L'ingestion de la matière organique digestible (MOID) par rapport au taux d'azote de la ration peut être écrite comme une fonction non-linéaire asymptotique et est estimée avec le modèle suivant:

$$MOID_e = a (1 - e^{-bN}) + e_r \text{ Equation 4}$$

où

$MOID_e$ = matière organique ingérée digestible ($g\ kg^{-0,75}\ j^{-1}$)

N = azote de la ration ($g\ kg^{-1}$ MO)

a = matière organique ingérée digestible maximale ($g\ kg^{-0,75}\ j^{-1}$)
(asymptote)

b = constante

e_r = erreur résiduelle

2.5. Gain moyen quotidien

La durée d'essai (83 jours, y compris la période d'adaptation) permet de calculer le gain moyen quotidien (GMQ) de chaque animal (à travers la régression linéaire des poids vifs sur les jours). Pour se prononcer de la relation entre le GMQ et l'ingestion moyenne de la MOD l'équation suivante est utilisée:

$$GMQ = a + b MOID + e_r \text{ Equation 5}$$

où

GMQ = gain moyen quotidien ($g\ kg^{-0,75}$)

MOID = matière organique ingérée digestible ($\text{g kg}^{-0.75} \text{j}^{-1}$)

a = constante

b = coefficient de régression

e_r = erreur résiduelle

Les valeurs de GMQ et de MOID sont exprimées en g par kg poids métabolique ($\text{g kg}^{-0.75} \text{j}^{-1}$) en diminuant ainsi la variation dans les poids vifs des animaux. Les besoins d'entretien et de gain sont calculés à partir de la constante estimée (a) et du coefficient de régression (b), comme $-a/b$ et $1/b$, respectivement.

2.6. Analyse économique

Quant à la détermination de la rentabilité de l'utilisation des suppléments, les calculs sont faits pour un taurillon d'un poids vif de 175 kg, mis à différents niveaux de production: un niveau sans supplémentation et 4 (fane de niébé) ou 5 (tourteau de coton) niveaux de supplémentation, exprimés comme fraction des besoins d'entretien de l'animal et représentant de 0,9 à 1,7 fois le niveau d'entretien. La production de viande et de fumier ont été choisie comme extrants, produites pendant une période de supplémentation de 90 jours. Les indicateurs économiques suivants sont utilisés:

a. La valeur de la production, exprimée en Fcfa par période d'utilisation, correspond à la valorisation du poids vif final de l'animal et de la production de fumier d'origine animale et végétale (litière: refus de la paille). La contribution du fumier au sol constitue l'amélioration de la structure de la matière organique (MO) du sol et le maintien de la fertilité du sol (entre autres par l'apport de l'azote). Dans le dernier cas on suppose que tout l'azote apporté sera minéralisé (à long terme) dans le sol et donc absorbable par la culture (Quak et al., 1995). Cependant, il faut tenir compte avec des pertes dues au stockage et au lessivage de la MO et de l'azote dans le sol.

b. Les coûts de production par période d'embouche (Fcfa) correspond à la somme des coûts des différents postes, comme l'achat de l'animal, l'alimentation, les soins vétérinaires, les amortissements (parc à bétail, matériel), l'impôt et la main d'oeuvre.

c. Le bénéfice par période (Fcfa) est la différence entre la valeur de la production et les coûts de production.

d. La productivité de la main-d'oeuvre est le bénéfice (calculé sans tenir compte des frais de main-d'oeuvre), divisé par le nombre d'homme-jours (Fcfa j^{-1}). Il s'agit ici d'un jugement de la rémunération d'un homme-jour lequel est important dans les situations où la main-d'oeuvre est limitative et où une alternative d'utilisation de main d'oeuvre existe. Les besoins en main-d'oeuvre sont constitués par le temps consacrés aux soins des animaux (fixé à 10 minutes par tête par jour) et à l'alimentation (y compris le ramassage quotidien de fumier: fèces et refus fourrager). On estime ce besoin par animal à une minute par jour par kg de fourrage; pour le ramassage fèces et de refus un temps de 30 % plus élevé est pris en compte.

e. Pour évaluer la rentabilité de l'utilisation des suppléments, le ratio valeur/coût (RVC) est choisi comme paramètre relativement simple. Ce ratio est défini comme le rapport entre la valeur de production supplémentaire et les coûts additionnels. Un RVC supérieure à 1 indique que la supplémentation est profitable. Cependant, la supplémentation du bétail par le paysan dépend aussi des utilisations alternatives de

l'investissement et du comportement du paysan vis-à-vis des risques. Un RVC de 2 est généralement accepté comme valeur critique si les alternatives sont peu nombreuses et si le paysan accepte des risques. Dans le cas contraire, le RVC doit être supérieur à 4 avant que le paysan utilise les suppléments ([Wooning, 1992](#)).

Dans l'analyse économique, deux options avec différents niveaux de prix sont analysées. L'option I part plus ou moins du niveau de prix au producteur. Ceci est important car la fane de niébé et la paille de riz pourraient être produites dans la même exploitation (l'association agriculture - élevage !). L'option II correspond au niveau de prix du marché. Il est à souligner que les prix des aliments au marché fluctuent pendant l'année; aussi les coûts de production au producteur varient selon la zone agro-écologique et le niveau d'intensification (EMS, 1995). Pour la paille de riz un prix de 5 Fcfa et 10 Fcfa par kilogramme a été retenu. Ces prix correspondent, respectivement, à une estimation des coûts moyens de transport (du champ à l'exploitation du paysan) et au prix de la paille bottelée au marché de Niono. Le prix de fane de niébé est fixé à 8 Fcfa et 35 Fcfa par kilogramme, lequel correspond, respectivement à une estimation du coût moyen de production et au prix du marché (Bakker *et al.*, 1996). L'ESPGRN/Sikasso estime pour la zone du Mali-Sud un coût de production de 4 Fcfa pour 1 kg de paille de céréales et 9 Fcfa pour 1 kg de fane de niébé (Bengaly *et al.*, 1994). Pour le tourteau de coton deux niveaux de prix sont utilisés c'est-à-dire 25 Fcfa (prix actuel - mai 1995 - de l'usine à Koulikoro) et 50 Fcfa (prix maximum - mai 1995 - marché Bamako) par kilogramme.

Le tableau 2 présente les données de base utilisées.

Tableau 2. Données de base pour déterminer la rentabilité de l'utilisation de la fane de niébé et le tourteau de coton avec la paille de riz dans l'alimentation des taurillons

<p>taurillon: PV* début: 175 kg durée supplémentation: 90 jours</p> <p>perte de stockage: MO fumier : 20 % N fumier : 20 %</p> <p>amortissements (Fcfa UBT⁻¹ an⁻¹): parque à bétail** : 300 Fcfa matériels : 300 Fcfa</p>	<p>prix fumier** : 5 Fcfa kg⁻¹ N pur : 360 Fcfa kg⁻¹ Poids vif : 325 Fcfa kg⁻¹ main d'oeuvre : 1000 Fcfa j⁻¹ impôts** : 290 Fcfa UBT⁻¹ an⁻¹ soins vétérinaires** : 600 Fcfa UBT⁻¹ an⁻¹ pierre à lécher : 250 Fcfa kg⁻¹</p>	<p>ration:option I/ option II paille de riz: 5 Fcfa kg⁻¹/ 10 Fcfa kg⁻¹ fane de niébé: 8 Fcfa kg⁻¹/ 35 Fcfa kg⁻¹ tourteau de coton: 25 Fcfa kg⁻¹/ 50 Fcfa kg⁻¹</p>
---	--	--

PV = Poids vif

** van Duivenboden et Gosseye (1990); Sissoko *et al.*(1995)

Il faut souligner que des niveaux très élevés de production de viande ne pourront jamais être réalisés avec la paille de riz comme ration de base dans le menu. L'objectif de la supplémentation azotée est orienté, en premier lieu, sur la question: comment arrêter les pertes de poids vifs des troupeaux pendant la saison sèche ?

2.7. Analyse statistique

Les données de base ont été analysées avec les logiciels statistiques GENSTAT (Payne *et al.*, 1987) et DBStat (Brouwer, 1991)

3. Résultats

3.1. Composition de la paille

Les teneurs en matière organique et en azote de la paille de riz et des suppléments figurent au tableau 3.

Tableau 3. Teneur en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) de la paille de riz, de la fane de niébé et du tourteau de coton

	PAILLE DE RIZ		FANE DE NIEBE	TOURTEAU DE COTON
	ESSAI 1	ESSAI 2		
MO	859 (24)	848 (8)	892 (13)	926 (18)
N	7,5 (0,4)	6,9 (0,4)	34,7 (3)	88,8 (5,0)

entre parenthèses: écart-type

Le taux d'azote des résidus de récolte des céréales est faible. La valeur moyenne du taux d'azote pour de la paille de riz s'élève à 7,5 et 6,9 g kg⁻¹ MO, respectivement pour l'essai 1 et l'essai 2. La teneur moyenne de 7,2 g N kg⁻¹ MS ne suffit pas pour couvrir les besoins d'entretien en azote (ARC, 1984; [Breman et de Ridder, 1991](#)). Le tourteau de coton contient en moyenne 88,8 g N par kg⁻¹ MO; il est à remarquer que le taux d'azote du tourteau de coton utilisé comme supplément avec la paille de mil était de 63,2 g par kg MO (Kaasschieter *et al.*, 1993). Le taux d'azote de la fane de niébé est en moyenne de 34,7 g kg⁻¹ MO.

3.2. Ingestion de la matière organique (digestible) et gain moyen quotidien

La quantité moyenne offerte et l'ingestion moyenne de la paille de riz et des suppléments et l'ingestion totale de la matière organique sont présentées au tableau 4.

Tableau 4. Quantité offerte moyenne (QO_p) et ingestion moyenne de la matière organique de la paille de riz (MOI_p) et du supplément (MOI_s), ingestion totale moyenne de la matière organique (MOI_t) en g kg^{-0,75} j⁻¹ et fraction MOI_s/MOI_t en fonction des différents niveaux de supplémentation

	QO _p	MOI _p	MOI _s	MOI _t	MOI _s /MOI _t
FANE DE NIEBE (essai 1)					

SUP0 (n=18) ¹⁾	90,5 (25,7) ²⁾	46,7 ^{a 3)} (3,2)	-	46,7 ^a (3,2)	-
SUP1 (n=19)	89,4 (22,9)	51,5 ^b (4,0)	11,2 ^a (0,2)	62,6 ^b (4,2)	0,18
SUP2 (n=16)	87,8 (24,1)	48,6 ^a (4,1)	25,1 ^b (0,9)	73,7 ^c (4,3)	0,34
SUP3 (n=10)	88,6 (25,2)	39,9 ^c (5,1)	36,5 ^c (1,0)	76,4 ^c (5,8)	0,48
TOURTEAU DE COTON (essai 2)					
SUP0 (n=18)	89,3 (25,2)	43,0 ^a (5,0)	-	43,0 ^a (5,0)	-
SUP1 (n=19)	88,3 (22,1)	61,4 ^b (6,4)	12,2 ^a (0,7)	73,5 ^b (6,5)	0,17
SUP2 (n=17)	83,3 (23,4)	50,4 ^c (12,0)	27,4 ^b (1,6)	77,8 ^{bc} (12,5)	0,35
SUP3 (n=15)	90,6 (21,5)	40,3 ^a (7,2)	42,3 ^c (2,8)	82,6 ^c (7,8)	0,51

1) nombre des observations

2) entre parenthèses: écart-type

3) lettres différentes dans la même colonne à l'intérieur des essais dénotent une différence significative ($P < 0.05$)

L'offre de la paille de riz est plus ou moins égale pour les différents lots. Le niveau de supplémentation des lots SUP1 - SUP3 varie entre 11,2 et 36,5 g MO par $\text{kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$ pour l'essai 1 (fane de niébé) et entre 12,2 et 42,3 g MO $\text{kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$ pour l'essai 2 (tourteau de coton). En exprimant la quantité ingérée des suppléments comme proportion de l'ingestion totale il ressort du tableau 4 que le niveau de supplémentation est plus ou moins égale pour les deux essais à l'intérieur des lots. Le nombre d'observations par lot varie à cause du fait que les lots ont été reconstitués par rapport à l'ingestion réelle du supplément (surtout dans les lots SUP3 et SUP4 le refus de suppléments était considérable). Des animaux avec une ingestion de supplément, s'écartant beaucoup de l'ingestion moyenne, ne sont pas pris en compte dans l'analyse. En plus il y avait une mortalité dans le lot SUP3.

Bien que il n'y ait pas un effet significatif du temps à l'intérieur des essais (3 périodes de mesure, voir tableau 1) sur l'ingestion de la paille, l'ingestion moyenne de la matière organique de la paille de riz des deux lots témoins diffère significativement (46,7 contre 43,0 g MO $\text{kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$), en indiquant que l'utilisation de la paille pendant une période assez longue réduit l'ingestion de la paille ($P < 0.02$).

L'interaction entre le supplément et la ration de base est évidente et dépend du type de supplément. Le tableau 4 montre une augmentation significative ($P < 0,01$) de l'ingestion moyenne de la paille de riz avec des quantités restreintes de supplément. Ce phénomène de stimulation de l'ingestion est plus net avec le tourteau de coton qu'avec la fane de niébé. L'ingestion de la paille de riz augmente de 43 % avec un niveau de supplémentation de 12,2 g MO de tourteau de coton par $\text{kg}^{0,75}$ par jour; avec une quantité comparable de fane de niébé la stimulation de l'ingestion de la paille n'est que 10 % (de 46,7 à 51,5 g MO $\text{kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$). Ce n'est qu'avec des niveaux élevés des suppléments (SUP3) qu'on observe une substitution de l'ingestion de la paille par le supplément.

Tableau 5. Estimation des paramètres MOI_m de la paille de riz ($\text{g kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$) et h du modèle de Zimmelink (1980)¹

	MOI_m	h

Essai 1	46,9 (1,0)	4,4 (2,9)
Essai 2	43,0 (1,3)	15,1 (1,2)

1) le paramètre p du modèle est estimé à 1
entre parenthèses: erreur standard

L'analyse de la MOI de la paille en fonction de l'offre, selon le modèle de Zimmelink (voir 2.2), montre que l'ingestion maximale estimée (MOI_m) de la paille (SUP0) s'élève à 46,9 et 43,0 g MO $kg^{-0,75} j^{-1}$ respectivement pour l'essai 1 et 2 (tableau 5). Les estimations de h (4,4 et 15,1) indiquent qu'il n'y a pas une consommation sélective de la paille de riz par des taurillons, comme l'illustre la figure 2. Contrairement aux essais avec la paille de mil comme ration de base, une dépression de l'ingestion de la paille de riz n'a pas lieu avec des niveaux d'offre modérés (par exemple quand $QO_m = MOI_m$). Ceci implique que le niveau d'ingestion ad libitum peut être atteint avec un niveau d'alimentation de 120 % (20 % de refus), étant en général la norme acceptée.

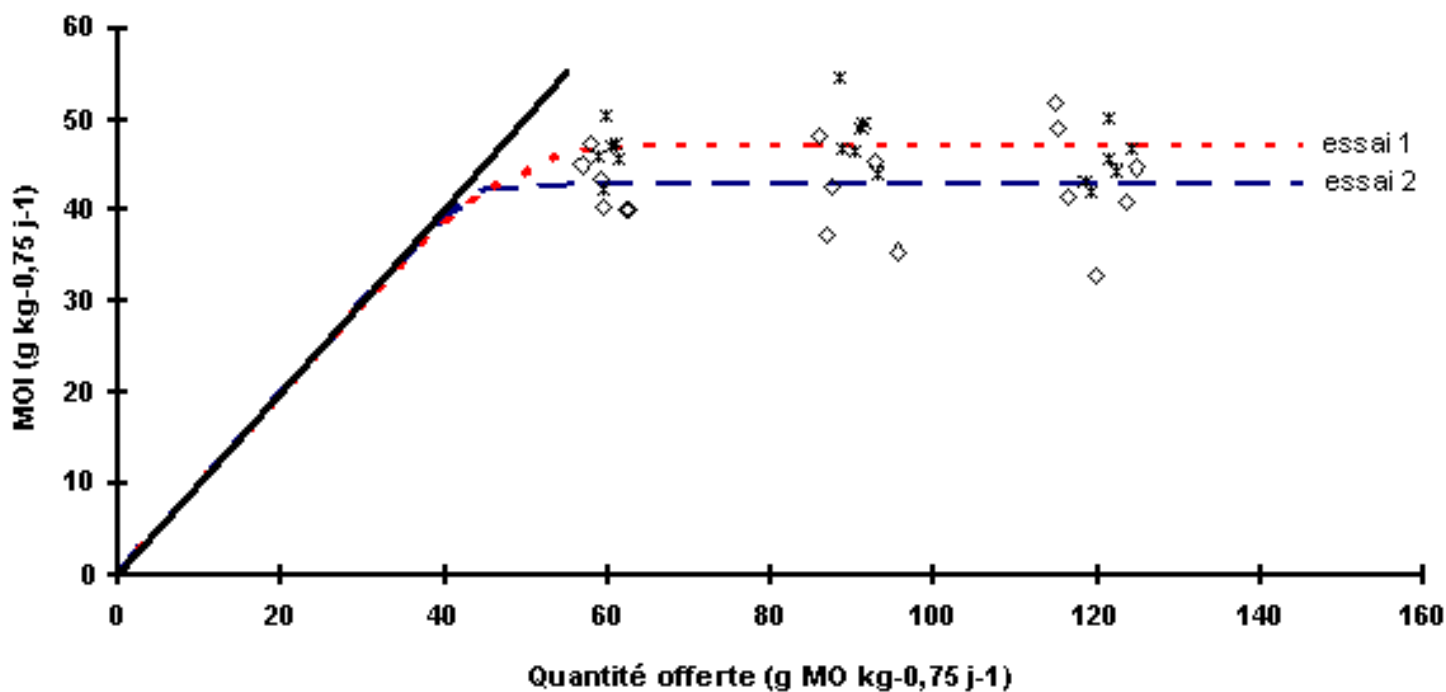


Figure 2. Evolution de l'ingestion de la matière organique (MOI_e) (g $kg^{-0,75} j^{-1}$) en fonction de la quantité offerte (QO_p) de la paille de riz (MO, g $kg^{-0,75} j^{-1}$)

Tableau 6. Digestibilité apparente de la matière organique (DMO, %), ingestion de la matière organique digestible de la ration (MOID) en g $kg^{-0,75} j^{-1}$ et gain moyen quotidien (GMQ, en g)

LOT	DMO	MOID	GMQ
	%	$\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$	
FANE DE NIEBE (essai 1)			
SUP0	52,3 ^a (4,0)	24,4 ^a (2,3)	-165 ^a (102)
SUP1	56,2 ^b (2,7)	35,2 ^b (2,7)	49 ^b (90)
SUP2	58,1 ^{bc} (3,3)	42,8 ^c (3,8)	240 ^c (88)
SUP3	60,0 ^c (3,2)	45,9 ^d (5,0)	358 ^c (105)
TOURTEAU DE COTON (essai 2)			
SUP0	51,8 ^a (3,8)	22,3 ^a (3,6)	-139 ^a (128)
SUP1	58,2 ^b (2,1)	42,8 ^b (3,8)	478 ^b (186)
SUP2	63,1 ^c (3,1)	48,8 ^c (6,4)	638 ^{bc} (106)
SUP3	64,7 ^c (2,6)	53,4 ^c (5,1)	670 ^c (38)

entre parenthèses: écart-type

lettres différentes dans la même colonne à l'intérieur des essais dénotent une différence significative ($P < 0,05$)

La digestibilité moyenne apparente *in vivo* de la matière organique de la paille de riz s'élève à 52,3 % et 51,8 % respectivement pour l'essai 1 et 2 (tableau 6). La supplémentation azotée occasionne une augmentation significative de la digestibilité de la ration ingérée ($P < 0,05$). Cependant, la digestibilité moyenne des rations n'augmente plus significativement à partir du niveau SUP2 (> 35 % de suppléments dans la ration). Il ressort que les rations avec le tourteau de coton sont un peu plus digestibles que celles avec la fane de niébé.

En ce qui concerne l'ingestion de la matière organique digestible (MOID) on observe une augmentation significative par rapport au niveau de supplémentation ($P < 0,02$). Il est évident que la qualité de la paille de riz est faible; l'ingestion de la paille seule ne suffira pas pour atteindre les besoins d'entretien en énergie. Cela est montré par la perte de poids vif observée chez les taurillons pendant les essais. Le gain moyen quotidien varie de - 165 g (SUP0) à 358 g (SUP3) pour les rations de fane de niébé et de - 139 g (SUP0) à 670 g (SUP3) pour les rations de tourteau coton. Il est à signaler que la variation de la croissance pondérale des animaux à l'intérieur des lots est considérable. En plus, on note que le tourteau de coton occasionne un gain plus élevé: une ingestion de la MOD de 42,8 $\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$ montre un gain moyen quotidien de 240 g et 478 g respectivement pour la fane de niébé et le tourteau de coton. Une explication pourrait être la différence dans les besoins d'entretien. L'estimation des besoins d'entretien est obtenue à l'aide de la relation linéaire entre le GMQ et l'ingestion de la MOD (en $\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$) (tableau 7). Dans l'[annexe I](#) cette relation est présentée graphiquement.

Tableau 7. Estimations des paramètres de régression du gain moyen quotidien (GMQ) sur l'ingestion de la matière organique (MOID) en $\text{g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$ (équation 5)

supplément	a	b	R ²	etr ¹⁾

fane de niébé	-13,8	0,43	0,84	1,6
tourteau de coton	-12,5	0,46	0,87	2,2
moyen	14,2	0,47	0,84	2,2

1) *etr* = écart-type résiduelle

Sur la base de ces relations les besoins d'entretien de MOD pour les taurillons en croissance (avec une gamme de poids vif de 140 à 303 kg) et en stabulation sont estimés à 27,3 g kg^{-0,75} j⁻¹ pour les rations de tourteau de coton et à 32,1 g kg^{-0,75} j⁻¹ pour les rations de fane de niébé (moyenne générale: 30,1 g kg^{-0,75} j⁻¹). L'efficacité de l'utilisation de la matière organique digestible ne semble pas de différer pour les deux suppléments: les résultats montrent que les besoins de MOD pour 1 g de gain s'élèvent à 2,3 g pour les rations avec la fane de niébé et 2,2 g pour les rations avec le tourteau de coton, respectivement.

Le tableau 6 montre qu'une ingestion de 42,8 g MOD kg^{-0,75} j⁻¹ peut être atteinte avec 17 % de tourteau de coton (SUP1) ou avec 34 % fane de niébé (SUP2) dans la ration. La quantité moyenne ingérée d'azote des suppléments pour ce niveau de MOID s'élève à 1,17 et 0,84 g kg^{-0,75} j⁻¹ respectivement pour le tourteau de coton et la fane de niébé; il découle de là que l'augmentation de la MOD (en g kg^{-0,75} j⁻¹) par gramme de N de supplément est de 17,7 g MOD pour le tourteau de coton et 21,9 g MOD pour la fane de niébé en indiquant une efficacité meilleure de N-fane de niébé sur l'ingestion de l'énergie. Ce phénomène est aussi bien illustré par la Figure 3, qui présente l'évolution de la MOID par rapport à la teneur en azote dans les rations selon les équations 3 et 4. Les estimations des paramètres de ces équations sont présentées au tableau 8.

Tableau 8. Estimations des paramètres de régression non-linéaire avec la DMO (en %) et la MOID (en g kg^{-0,75} j⁻¹) comme variables dépendants et l'azote (en g par kg MO) comme variable indépendant

	SUP ¹⁾	a	b	c	R ²	etr ²⁾
équation 3: DMO %	fdn	43,8	1,4	-0,030	0,71	1,9
	tdc	47,7	0,6	-0,005	0,87	2,1
équation 4: MOID (g kg ^{-0,75} j ⁻¹)	fdn	56,4	0,083	-	0,91	2,1
	tdc	52,4	0,077	-	0,94	3,6

1) SUP= supplément: fdn = fane de niébé, tdc = tourteau de coton

2) *etr* = écart-type résiduelle

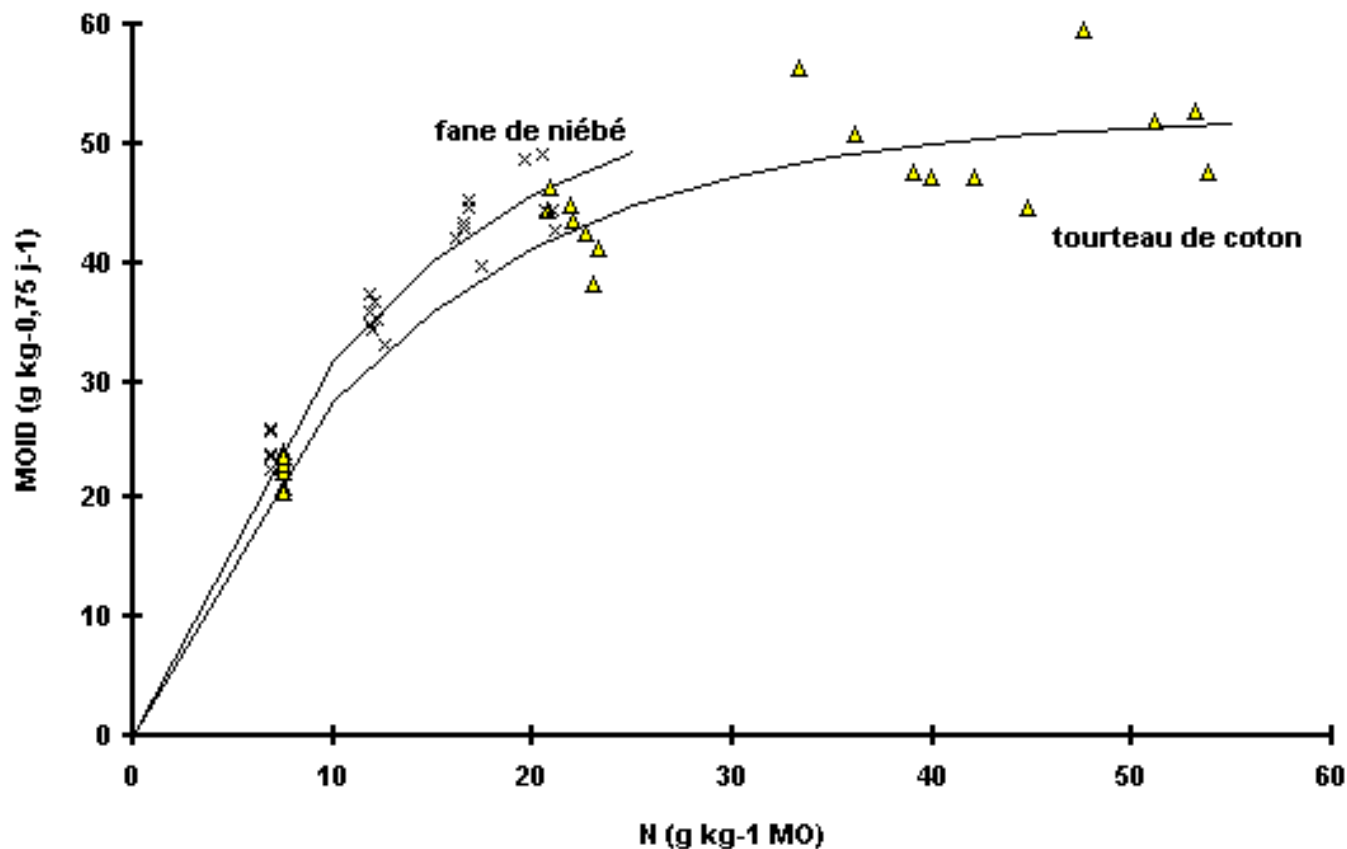


Figure 3. Evolution de l'ingestion de la matière organique (MOI_e) ($\text{g kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$) en fonction de la quantité offerte (QO_p) de la paille de riz (MO , $\text{g kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$)

Il ressort du tableau 8 que l'ingestion de la MOD peut être très bien estimée par la teneur en azote de la ration: à peu près 91 à 94 % de la variation observée est expliquée par le taux d'azote de la ration. L'ingestion maximale de la MOD (constante a de l'équation 4) des rations avec la fane de niébé est plus élevée que celle des rations avec le tourteau de coton (c-à-d 56,4 contre 52,4 $\text{g kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$). Cette situation est artificielle car la teneur en azote ne peut pas être plus que 34,7 $\text{g kg}^{-1} \text{MO}$, étant donné, le cas où la ration est constituée de 100 % de fane de niébé. Dans la dernière situation l'estimation de MOI_e s'élève à 55,3 $\text{g kg}^{-0,75} \text{j}^{-1}$.

Les résultats de recherche permettent de calculer la valeur nutritive des différents combinaisons de la paille de riz avec des suppléments. Etant donné que la digestibilité et la teneur en azote de la ration jouent un rôle crucial dans l'ingestion d'énergie, la valeur nutritive d'une combinaison fourragère constitue la quantité de MOD, la teneur en azote par kg matière organique et le ratio N/MOD . Le tableau 9 donne un récapitulatif des valeurs nutritives de la paille de riz et en combinaison avec la fane de niébé ou le tourteau de coton.

Tableau 9. Valeur nutritive des rations constituant la paille de riz supplémentée avec différents niveaux de fane de niébé et de tourteau de coton

	MOD	N	N/MOD
	g kg ⁻¹ MO	g kg ⁻¹ MO	
Essai I			
paille de riz	523	6,9	0,013
+ 18 % fane de niébé ¹⁾	562	12,1	0,021
+ 34 % "	581	16,7	0,028
+ 48 % "	600	20,5	0,033
Essai II			
paille de riz	518	7,5	0,014
+ 17 % tourteau de coton	582	22,2	0,039
+ 35 % "	631	38,7	0,063
+ 51 % "	647	51,3	0,079

1) sur la base de matière organique

La paille de riz contient en moyenne 521 g MOD et 7,2 g N par kg matière organique.

En assumant que 1 g de matière organique digestible apparente correspond à 15,6 kJ énergie métabolisable (EM) (ARC, 1980), la valeur énergétique d'un kilogramme MS de la paille de riz s'élève à 6,9 MJ EM. La combinaison avec le tourteau de coton a un effet considérable sur la valeur énergétique de la ration: en remplaçant à peu près la moitié avec le tourteau l'augmentation de sa valeur énergétique est de 25 % (fane de niébé: 15 %).

Le rapport N/MOD exprime plus ou moins la disponibilité des substrats fourragères aux micro-organismes du rumen. Selon ARC (1984) le ratio optimal entre l'azote et la MOD pour la synthèse de protéine microbienne est de 0,032. Sur cette base on pourrait tirer la conclusion que le facteur limitatif dans les rations de fane de niébé est l'azote ($N/MOD < 0,032$), tandis que les rations de tourteau de coton sont relativement faibles en énergie ($N/MOD > 0,032$). Ceci pourrait être l'explication pour la différence en azote apporté entre les deux suppléments (figure 3). Vu le déficit de l'énergie relatif à la protéine pour des rations de tourteau de coton l'efficacité de l'azote apporté pourrait être améliorée par la supplémentation additionnelle d'une source d'énergie.

3.5. Rentabilité de l'utilisation de fane de niébé et tourteau de coton

Pour plusieurs niveaux de production animale, il est possible, à l'aide des équations 3, 4 et 5, de formuler des rations fourragères. En utilisant les besoins d'entretien et de gain du tableau 7 (moyenne générale) et en partant d'un taurillon de 175 kg PV, le tableau 10 présente les estimations des besoins fourragers moyens d'une période de 90 jours et le gain moyen quotidien pour plusieurs niveaux de production, exprimés comme proportion du niveau d'entretien. Dans l'[annexe II](#) les besoins fourragers sont présentés en détail.

Tableau 10. Quantité moyenne offerte de la paille de riz et des suppléments en kg MS par tête par jour, l'ingestion moyenne de la MOD (en g kg^{-0,75} j⁻¹) et gain moyen quotidien (GMQ, en g) d'un taurillon de 175

kg de Poids vif

niveau de production	quantité offerte MS (kg t ⁻¹ j ⁻¹)		MOID (g kg ^{-0,75} j ⁻¹)	GMQ (g)
	paille de riz	supplément		
ss ¹⁾	3,10	-	25,1	-136
fane de niébé				
0,9e ²⁾	3,46	0,07	27,1	-68
e	3,66	0,22	30,1	0
1,3e	3,79	1,01	39,2	205
1,6e	2,56	2,74	48,2	409
Tourteau de coton				
0,9e	3,98	0,07	27,1	- 68
e	3,69	0,14	30,1	0
1,3e	4,32	0,48	39,2	205
1,6e	4,05	1,35	48,2	409
1,7e	3,01	2,30	51,2	477

1)ss = sans supplémentation

2) e= n niveau d'entretien (30,1 g MOD kg^{-0,75} j⁻¹)

Le niveau d'alimentation ad libitum de la paille de riz est fixé sur la base d'un refus fourrager de 20 % (voir [3.2.](#)). L'alimentation avec la paille de riz sans supplémentation, occasionne une perte de poids vif de l'animal. Cette perte s'élève en moyenne à 12 kg par tête pour une période de 90 jours (GMQ = - 136 g). La supplémentation avec la fane de niébé permet un niveau maximum de production de 1,6 fois du niveau d'entretien (MOID = 48,2 g kg^{-0,75} j⁻¹); la ration (comme moyenne de 90 jours) constitue alors 2,56 kg MS de la paille de riz et 2,74 kg MS de la fane par tête par jour. Avec le tourteau de coton une ingestion énergétique égale à 1,7 du niveau d'entretien peut être atteinte, laquelle correspond à un gain de 477 g par jour. A l'intérieur d'un niveau de production le besoin en supplément est le plus bas pour le tourteau de coton à cause de la qualité élevée; cependant le besoin en paille est le plus élevé à cause de l'effet de simulation du tourteau de coton (voir [3.2.](#)). L'efficacité de l'utilisation des suppléments, exprimée en kg gain par kg supplément, est alors plus élevée pour le tourteau de coton que pour la fane de niébé. Pour le niveau de production égal à 1,6 du niveau d'entretien, par exemple, 1 kg du tourteau de coton donne 0,30 kg gain, tandis que 1 kg de la fane de niébé donne un gain de 0,15 kg.

La valeur de production (VP), le bénéfice et le bénéfice par homme-jour (en Fcfa) d'un taurillon de 175 kg (poids vif début) avec 2 niveaux de prix des aliments pour une période de 90 jours sont présentés par le tableau 11. Les [annexe III-a](#) et [annexe III-b](#) donnent un récapitulatif plus détaillé.

Tableau 11. Valeur de production (VP), bénéfice et bénéfice par homme-jour (en Fcfa) pour une période de 90 jours d'un taurillon de 175 kg (poids vif début) avec 2 niveaux de prix des aliments³⁾

niveau de production	VP	bénéfice		bénéfice par homme-jour	
		Option I ²⁾	Option II	Option I	Option II
ss	53 920	- 7 875	- 9 420	- 1 770	- 2 315
Fane de niébé					
0,9e ¹⁾	56 060	- 6 105	- 8 020	- 1 050	- 1 690
e	58 195	- 4 315	- 6 735	- 395	- 1 175
1,3e	64 625	1 080	- 3 530	1 315	- 30
1,6e	71 125	6 520	- 2 145	2 765	420
Tourteau de coton					
0,9e	56 045	- 6 195	- 8 070	- 1 095	- 1 725
e	58 175	- 4 490	- 6 680	- 460	- 1 175
1,3e	64 570	410	- 2 945	1 120	130
1,6e	71 025	4 570	- 835	2 270	770
1,7e	73 340	4 980	- 2 275	2 360	380

1) e = niveau d'entretien (30,1 g MOD kg^{-0,75} j⁻¹)

2) option I: prix paille de riz 5 Fcfa kg⁻¹; fane de niébé 8 Fcfa kg⁻¹; tourteau de coton 25 Fcfa kg⁻¹

option II: prix paille de riz 10 Fcfa kg⁻¹; fane de niébé 35 Fcfa kg⁻¹; tourteau de coton 50 Fcfa kg⁻¹

3) Voir le tableau 2 et le tableau 10 pour les données de base

Les besoins totaux en main-d'oeuvre par taurillon (90 jours) varient selon le niveau de production, de 3,0 à 3,7 homme-jour ([Annexe III-a](#) et [III-b](#)).

En termes monétaires, la situation fourragère sans supplémentation, résulte d'une perte variant de 7875 Fcfa à 9420 Fcfa par animal pour une période de 90 jours dépendant du prix de la paille. En supplémentant la paille de riz cette situation change considérablement. Bien que les besoins en tourteau de coton soient assez restreintes à l'intérieur des niveaux de production animale (tableau 10), le prix de 25 Fcfa kg⁻¹ (option I) ne permet pas une utilisation plus rentable par rapport à celle de la fane de niébé; le bénéfice le plus élevé est atteint avec la fane de niébé en visant une production animale égale à 1,6 fois du niveau d'entretien (Fcfa 6520 par tête ou Fcfa 2765 par homme-jour). Le taux de rentabilité (=bénéfice/coûts) s'élève à 10 % dans cette situation ([annexe III-a](#)). Avec les prix des marchés (Option II) la situation devient plus défavorable; ni l'utilisation du tourteau de coton ni celle de la fane de niébé montre un bénéfice positif. Cependant, il est à souligner que dans ce cas l'utilisation du tourteau de coton est un peu plus favorable que celle de la fane de niébé: la rémunération de la main d'oeuvre est estimée à Fcfa 770 par homme jour pour le tourteau de coton contre Fcfa 420 par homme jour pour la fane de niébé (niveau de production: 1,6 * d'entretien). Néanmoins ces montants sont inférieurs au salaire d'un journalier (Fcfa 1000 - tableau 2).

L'achat de l'animal constitue la plus grande partie des coûts, c'est-à-dire 81 % - 88 %. Il ne sera donc pas étonnant que la rentabilité de la supplémentation est influencée fortement par le prix de la viande. En augmentant ce prix avec 50 %, l'utilisation de la fane de niébé (niveau de production: 1,6 de l'entretien) donne un bénéfice par homme-jour de Fcfa 4380 (option I) et Fcfa 2040 (option II), respectivement.

Il est clair que la production et l'utilisation de la fane de niébé dans la même exploitation peuvent être une

bonne option en termes monétaires. Si le paysan achète les suppléments au marché, le choix entre les deux suppléments dépendra de leurs prix. Avec un niveau de prix donné de la paille et de la fane de niébé le prix de l'équilibre pour le tourteau de coton peut être calculé. Dans le tableau 12, un exemple est donné en partant des mêmes bénéfices à l'intérieur des niveaux de production animale.

Tableau 12. Prix d'équilibre du tourteau de coton (Fcfa kg⁻¹)

	paille de riz: Fcfa 5 fane de niébé: Fcfa 35	paille de riz: Fcfa 10 fane de niébé: Fcfa 35
e ¹⁾	55	54
1,6e	65	60

1) e = niveau de l'entretien

Il ressort de ce tableau que le tourteau de coton est assez compétitif avec la fane de niébé.

Pour un niveau de production égal au niveau d'entretien, l'utilisation du tourteau de coton est plus rentable si le prix du tourteau se situe au dessous de Fcfa 54 par kg. Pour des niveaux plus élevés de production ce prix d'équilibre du tourteau de coton augmente lequel implique que le tourteau devient plus compétitif.

En tenant compte de la situation sans supplémentation, le ratio valeur/coût (RVC) est un instrument pour déterminer la rentabilité de l'utilisation de ces 2 suppléments. Ces ratios sont présentés au tableau 13 pour les deux niveaux des prix.

Tableau 13. Ratio valeur/coût de l'utilisation de la fane de niébé et du tourteau de coton pour 2 niveaux de prix des aliments en fonction du niveau de production, exprimé comme fraction du niveau d'entretien.

	fane de niébé		tourteau de coton	
	option I ¹⁾	option II	option I	option II
0,9e ²⁾	5,7	2,9	4,7	2,7
e	6,0	2,7	4,9	2,8
1,3e	6,1	2,2	4,5	2,6
1,6e	6,1	1,7	3,7	2,0
1,7e	-		3,0	1,6

1) option I: prix paille de riz 5 Fcfa kg⁻¹; fane de niébé 8 Fcfa.kg⁻¹; tourteau de coton 25 Fcfa kg⁻¹

option II: prix paille de riz 10 Fcfa kg⁻¹; fane de niébé 35 Fcfa.kg⁻¹; tourteau de coton 50 Fcfa kg⁻¹

2) e = niveau d'entretien (30,1 g MOD kg^{-0,75} j⁻¹)

L'utilisation des 2 suppléments est profitable car le RVC est supérieur à 1. En assumant une valeur critique de RVC de 3, il est clair que les prix du marché des aliments (option II) et/ou de la viande sont défavorables pour le paysan pour faire des investissements nécessaires. L'utilisation de la fane de niébé est très profitable

pour la situation dans laquelle la paille et la fane sont produites dans la même exploitation: le RVC est en moyenne 6,0. Ayant un prix de Fcfa 25 par kg, l'utilisation du tourteau de coton est aussi assez profitable. Cependant, dans ce cas le RVC diminue avec le niveau de production.

4. Discussion et conclusions

Les résidus de récolte (céréales) sont caractérisés par des faibles teneurs en azote et en phosphore et par des valeurs élevées en fibre et lignine. Leurs valeurs nutritives sont déterminées par le degré de lignification. Le tableau 14 présente les résultats d'une étude bibliographique sur le taux moyen d'azote, la digestibilité moyenne et le rapport moyen entre l'azote et l'énergie de la paille de riz, de mil, de sorgho, ainsi que des autres aliments (Kaasschieter et al., 1996). L'information plus détaillée est présentée à [l'annexe IV-1](#).

Tableau 14. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages.

	MO	MOD	N	N/MOD	# de références ¹⁾
paille de riz	825	511	8,6	0,017	52
paille de mil	904	469	8,3	0,018	29
paille de sorgho	911	486	7,0	0,014	33
niébé:					
- culture fourragère	888	598	30,3	0,051	4
- fane de niébé	894	610	25,0	0,041	27
Stylosanthes hamata ¹⁾	898	530	17,8	0,034	2
Andropogon gayanus ¹⁾	914	497	7,7	0,015	7
Pennisetum pedicellatum ¹⁾	905	478	10,0	0,021	5
Tourteau de coton	928	746	80,8	0,108	8
parcours naturels		527	10,7	0,020	3

1) voir [l'annexe IV](#)

2) fin de cycle

En moyenne, la paille de riz est plus digestible que la paille de mil et de sorgho; également le taux moyen d'azote est supérieur. Cependant, il existe une variation considérable dans la composition chimique et la valeur nutritive des fourrages en raison de facteurs tels que la variété utilisée, la date de récolte, la fertilité du sol, l'utilisation d'engrais. En ce qui concerne la paille de riz une variation dans la MOD de 432 à 646 g par kg MO est trouvée dans la littérature ([Annexe IV](#)). Les données de cet annexe suggèrent que la MOD est corrélée négativement avec la teneur en azote. Cela pourrait être expliqué par le fait que l'augmentation de l'azote occasionne une modification du rapport tige/feuille en faveur des feuilles, qui sont moins digestibles (Soebarinoto et al., 1991).

Contrairement aux autres pailles céréalières, la paille de riz comporte un taux élevé de silice, tandis que le

taux de lignine est relativement faible (Doyle et al., 1988; Juliano et al., 1988, van Soest, 1981). La silice se trouve surtout dans les feuilles, c'est la raison de la digestibilité *in vitro* des feuilles un peu inférieure à celle des tiges (Roxas et al., 1985; Pearce et al., 1988; Hermanto et al., 1991, Bainton et al., 1987,). Cependant, l'effet du taux de silice sur la digestibilité *in vivo* n'est pas clair; il semble que l'ingestion soit affectée par une acceptation plus basse de l'animal (van Soest & Jones, 1968; Doyle et al., 1988). En moyenne la paille de riz est constituée de 64 % de feuilles (gainés y comprises) et de 36 % de tiges (Pearce et al., 1988; Hermanto et al., 1991; Orskov, 1988). La différence en digestibilité et en teneur en azote entre le tige et la feuille est plus évident pour la paille de mil et de sorgho, comme l'illustre l'[annexe IV-2](#) et l'[annexe IV-3](#).

La teneur en azote de la fane de niébé ($34,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ MO}$, tableau 4) est un peu plus élevée que la valeur moyenne du tableau 14. Par rapport à l'autre légumineuse assez connue dans la zone Soudano-Sahélienne, le *Stylosanthes hamata*, la qualité du niébé est bien supérieure. Il ressort également du tableau 14 la plus-value des légumineuses en ce qui concerne la valeur nutritive par rapport à celle des graminées à la fin de cycle comme l'*Andropogon gayanus* et *Pennisetum pedicellatum*.

Le tourteau de coton est un supplément de bonne digestibilité et très riche en azote. Cependant, la variation inter-annuelle de ces paramètres est considérable ([annexe IV](#)). En ce qui concerne le tourteau de coton utilisé par le projet, cette variation s'explique par des changements dans le processus d'extraction d'huile des graines de coton: en 1992 le tourteau de coton a contenu en moyenne 110 g matière grasse par kg MS; en 1994 ce taux a diminué jusqu'à $16 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$.

L'ingestion maximale de la paille de riz est atteinte avec des niveaux d'offre assez restreints. Les estimations élevées de paramètre *h* du modèle de Zemmeling (tableau 5) confirment qu'il n'y a pas une consommation sélective dans la paille de riz par le taurillon. Une sélection de feuille par les taurillons est trouvée par [Kaasschieter et al. \(1994\)](#), [Kaasschieter & Coulibaly \(1995\)](#) et Powell (1985) pour la paille de mil (bovins) et par Doyle et al. (1988) pour la paille de blé (ovins). Les derniers ont même trouvé une préférence légère des ovins pour les tiges de paille de riz, laquelle pourrait être expliquée par la teneur élevée de silice dans les feuilles.

Le tourteau de coton a un effet significatif sur l'ingestion de la paille. Des effets similaires, c'est à dire la stimulation de l'ingestion d'un fourrage de faible qualité par le tourteau de coton, ont été trouvés par Capper et al. (1989) avec 4 variétés de paille d'orge ($\text{DMO}\%: 43,0 - 47,7$; ovins) et par Hennessy et Murison (1982) avec le foin de pâturage naturel, constituant 50 % *Chloris gayana* et 15 % *Paspalum dilatatum*. ($\text{MOD}=0,435 \text{ kg kg}^{-1} \text{ MS}$, $\text{N/DOM}=0,017$; taurillons de la race Hereford).

L'ingestion moyenne en MOD de la paille de riz ($23,4 \text{ g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$ - tableau 6) aussi bien que l'ingestion moyenne de l'azote ne suffisent pas pour couvrir les besoins d'entretien. Le besoin moyen en MOD pour l'entretien de l'animal en stabulation a été estimé à $30,1 \text{ g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$ (tableau 7), lequel est inférieur à la valeur de la littérature. Selon l'ARC (1980) les besoins énergétiques pour l'entretien varient avec la métabolisabilité ($q=\text{EM}/\text{EB}$) de la ration. La paille utilisée a une métabolisabilité de 0,39 selon l'équation $q = 0,0091 * \text{DMO} - 0,086$ (INRA, 1978) . En appliquant les règles de calcul de l'ARC (1980), les besoins d'entretien, exprimés en énergie métabolisable (ME), pour un taurillon de 207 kg de PV[5] sont estimés à 556 kJ par $\text{kg}^{-0,75}$ par jour. En supposant que 1 g MOD est égale à 15,6 kJ EM (ARC, 1980), les besoins énergétiques d'entretien s'élèvent alors à $35,6 \text{ g MOD kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$. L'Equipe Exploitation Fourragère a trouvé

un besoin d'entretien en MOD de $35,1 \text{ g kg}^{-0,75} \text{ j}^{-1}$ pour des taurillons en stabulation, avec une régime alimentaire au-dessus du niveau d'entretien (Kaasschieter & Coulibaly, 1996). Ces besoins d'entretien ont été estimés indirectement par la régression du GMQ (en $\text{g kg}^{-0,75}$) sur la MOID (en $\text{g kg}^{-0,75}$). Dans la même manière de calcul, une valeur de $35,1 \text{ g MOD par kg}^{0,75}$ par jour a été trouvé par Hennessy & Murison (1982) pour des taurillons en stabulation de la race Hereford; il faut remarquer, cependant, que le gain n'était pas exprimé en gramme par $\text{kg}^{0,75}$ mais en g par jour.

Il faut être prudent avec l'estimation indirecte des besoins d'entretien (GMQ - MOID), car le changement pondéral peut être occasionné par les variations du taux d'encombrement du tractus gastro-intestinal et par les variations de l'incorporation de l'eau dans le tissu du corps, comme récapitulé par Blaxter (1989) et par Schlecht (1995).

Les besoins pour un gramme de gain s'estiment à $2,25 \text{ g MOD par kg}^{0,75}$, laquelle correspond à $35,1 \text{ kJ EM par kg}^{0,75}$ (tableau 7). L'efficacité globale de l'utilisation de l'EM est estimée à 0,6, mesurée chez les animaux alimentés ad libitum (Tolkamp et Ketelaars, 1994), telle que la valeur énergétique d'un gramme de poids s'estime à $21,1 \text{ kJ}$. Ce besoin de $35,1 \text{ kJ EM}$ pour 1 gramme de gain diffère avec 10 % de l'estimation de Schlecht (1995), qui a trouvé une valeur de $31,4 \text{ kJ EM}$ par gramme gain pour des taurillons de la race Zébu (PV = 189 à 300 kg) en pâture et supplémentés pendant la saison sèche (valeur énergétique d'un gramme de poids $18,8 \text{ kJ}$). En utilisant les données de Chigaru & Holness (1983) un besoin de $30,2 \text{ kJ ME}$ par gramme de gain a été calculé (valeur énergétique $18,1 \text{ kJ}$ par gramme de poids) par [Breman et de Ridder \(1991\)](#). Un besoin plus élevé, c'est à dire $44,4 \text{ kJ ME}$ par gramme de gain, a été trouvé par Kaasschieter & Coulibaly (1996), lequel est difficile à comprendre. Pour des raisons mentionnées ci-dessus, l'estimation des besoins énergétiques par la méthode indirecte peut avoir des grandes variations. Ceci peut être aussi illustré par les essais de l'ingestion fourragère de la paille de mil supplémentée avec la fane de niébé ([Kaasschieter & Coulibaly, 1995](#)) et avec le tourteau de coton ([Kaasschieter et al., 1994](#)). Les besoins en MOD pour un gramme de gain d'un taurillon Zébu s'estiment respectivement à $3,2 \text{ g}$ et $1,8 \text{ g}$ par $\text{kg}^{0,75}$. Avec les assumptions que 1 g MOD est égal à $15,6 \text{ kJ ME}$ et $\text{EN} = 0,6 \text{ EM}$, la valeur énergétique d'un gramme de poids s'élève à $30,0$ et $16,8 \text{ kJ}$ pour les rations de 'paille de mil & fane de niébé' et de 'paille de mil & tourteau de coton', respectivement.

Les besoins en protéines établis par l'ARC (1984), le NRC (1988) et l'INRA (1978) sont tous exprimés en protéine dégradable dans le rumen (PDR) et en protéine non-dégradable dans le rumen (PNDR). La protéine brute du fourrage est partiellement dégradée en l'ammoniaque dans le rumen. La synthèse de protéine microbienne est contrôlée par la quantité de l'adénosine triphosphate (ATP), (laquelle est produite dans le rumen par la fermentation microbienne de la matière organique du fourrage), la quantité d'ammoniaque (ou d'acides aminés) et des minéraux (S et P). Satter et Slyter (1974) suggèrent une concentration minimum dans le rumen de $50 \text{ mg NH}_3\text{-N l}^{-1}$ pour la synthèse optimale in vitro de protéine microbienne. Pour une dégradation maximale in vitro du fourrage des concentrations plus élevées sont nécessaires ($70 - 100 \text{ mg NH}_3\text{-N l}^{-1}$) (Leng, 1990, Oosting et al., 1989). Une concentration optimale d'ammoniaque de $200 \text{ mg NH}_3\text{-N l}^{-1}$ pour l'ingestion maximale des rations de faible qualité a été rapporté par Perdok et al. (1988) et Boniface et al. (1986). La protéine microbienne et la protéine non-dégradée arrivent à l'intestin grêle, où elles sont absorbées (comme acides aminés). Selon ARC (1984) le rapport optimal entre l'azote et la MOD est de 0,032. Ceci est une valeur moyenne d'une analyse de 262 rations, dans laquelle, cependant, la variation est

considérable (écart-type=12,6). L'estimation est basée sur : 1) une proportion de 0,65 de la matière organique digestible est fermentée dans le rumen (MODR) en donnant l'énergie pour la synthèse de la protéine microbienne, 2) une dégradation de la protéine de la ration dans le rumen de 65 % et 3) un besoin de l'azote de la ration pour la synthèse microbienne protéique de 32 g N par kg MODR (ARC, 1984).

Ayant une valeur moyenne de MOD de 0,521 kg kg⁻¹ MO (tableau 8), la paille de riz devrait contenir 16,6 g N kg⁻¹ MO pour satisfaire les besoins de l'azote dégradable des microbes du rumen. Une partie du déficit entre la protéine fourragère et les besoins microbiennes en N peut être équilibrée par l'urée recyclée du sang ou la salive. La disponibilité en N de pailles céréalières dans le rumen en général est très faible, car la plus part de l'azote est associée avec les parois cellulaires et la dégradabilité dépendra alors de la digestibilité de ces parois cellulaires dans le rumen. Il faut souligner que la variation dans les estimations de l'ARC peut être considérable. Par exemple, van Bruchem et al. (1993) ont trouvé que 76 % de la matière organique digestible ingérée de la paille de blé ont lieu dans le rumen des ovins. Oosting et al. (1993) ont trouvé la même fraction de MODR de la paille de blé; en plus ils ont observé en moyenne une efficacité de la synthèse microbienne de 22,1 g N kg⁻¹ DOMR. La dégradabilité de l'azote dans le rumen est variable et dépend du fourrage. L'azote apporté influence beaucoup l'ingestion de l'énergie: 93 % de la variation de la MOID s'explique par le taux d'azote de la ration. Le ratio N/DOM dans la ration, qui exprime plus ou moins la disponibilité des substrats fourragères pour les micro-organismes du rumen, pourrait être un indicateur pour la classification des fourrages (ou combinaisons) en termes de déficit relatif en protéines. Il ressort que le facteur limitatif dans les rations de fane de niébé pourrait être l'azote ($N/MOD < 0,032$), tandis que les rations de paille de riz & tourteau de coton sont relativement faibles en énergie ($N/MOD > 0,032$) (tableau 9). Les essais ont montré que la supplémentation avec des quantités élevées de tourteau de coton ($N/DOM > 0,063$) n'augmentera plus l'ingestion de la matière organique digestible, tandis que chaque niveau de supplémentation de la fane de niébé dans la ration augmentera significativement la MOID de la ration. Oosting & Waanders (1993) ont trouvé une tendance pareille concernant la relation entre la MOID et le ratio N/MOD: l'ingestion de MOD par des chèvres d'une ration de paille de blé, infusée avec différents niveaux de N, n'augmentait plus avec un rapport N/MOD supérieur à 0,026. Vu le déficit de l'énergie relatif à la protéine pour des rations de tourteau de coton l'efficacité de l'azote apporté pourrait être améliorée par la supplémentation additionnelle d'une source d'énergie. Les différences entre les deux suppléments en ce qui concerne l'ingestion de MO(D) pourraient être aussi causées par des différences dans la dégradation de l'azote dans le rumen. En général, on suppose que la dégradabilité de N du tourteau de coton dans le rumen est plus basse que celle de la fane de niébé.

Le pâturage naturel constitue la source principale de l'alimentation du bétail au Mali. La situation fourragère médiocre pendant la saison sèche (surtout les 5 derniers mois), à l'exception des pâturages du Sahel-Nord du Mali (pluviométrie < 200 mm an⁻¹), est telle que le niveau de production animale est bas ([Breman & de Ridder, 1991](#)). La raison la plus importante pour cette situation est la dégradation du sol causée par la pauvreté en éléments nutritifs ([Penning de Vries & Djitéye, 1982](#)) et par des capacités de charges très élevées ([Breman & Troare, 1987](#)). Bien que le taux d'azote soit assez variable, la valeur énergétique des parcours naturels pendant la dernière période de saison sèche chaude est basse (voir Tableau 14 et Annexe IV), laquelle cause dans une perte de poids vif des animaux comme rapporté par [Mahler \(1991\)](#), [Schlecht \(1995\)](#), [Kaasschieter & Coulibaly \(1995\)](#), [Bosma et al. \(1992\)](#) et [Kaaaschieter et al., \(1996\)](#). La MOD et N des parcours naturels de l'[annexe IV](#) concernent les valeurs du menu ingéré comme moyenne de la période janvier - mai. Cependant, les mêmes auteurs constatent le phénomène d'une croissance compensatrice des

animaux quand la situation fourragère s'améliore pendant l'hivernage.

Une des options technique pour diminuer la pression des pâturages naturels est la diminution des effectifs d'animaux par unité de superficie. En même temps, vu la demande croissante aux produits d'origine animale (et végétale), il y a la nécessité d'augmenter la productivité agricole, laquelle pourrait être réalisée surtout par l'utilisation efficace des intrants externes comme l'engrais dans l'agriculture et les suppléments de bonne qualité dans l'élevage. L'augmentation de production agricole aura un effet sur la production de résidus de récolte. Les résidus de récolte dans le Mali-Sud sont principalement utilisés pour le maintien et le conditionnement des boeufs de traction; une partie restreinte des résidus est utilisée comme litière pour la production de fumier aux parcs de nuit (Bengaly et al., 1994; Landais & Lhoste, 1993). Cependant, leur utilisation deviendra alors de plus en plus importante à cause de la pression croissante sur les parcours naturels. L'augmentation de la productivité animale exigera un certain niveau d'intensification du système de production. Dans le système mixte d'agriculture - élevage cette intensification constituera, entre autres, des investissements dans la mise en stabulation des animaux, l'utilisation efficace de ressources fourragères disponibles sur l'exploitation agricole (résidus de récolte), l'utilisation stratégique des fourrages de bonne qualité (légumineuses), cultivés sur la ferme ou achetés, et/ou l'utilisation stratégique de concentrés (achetés) et un soin vétérinaire amélioré. Aussi la production et l'utilisation du fumier et de la litière (dans un parc à bétail) deviendront de plus en plus importantes pour le maintien de la fertilité du sol, car la mise en stabulation des animaux et le transport des résidus de récolte impliquent une exportation d'éléments nutritifs des champs. Il sera évident que la disponibilité de moyens financiers, des intrants au marché, et de main d'oeuvre sont des conditions primordiales pour la durabilité d'un tel système.

La paille de riz, étant une source fourragère importante en termes de la matière sèche dans la zone de L'Office de Niger, peut être utilisée comme fourrage de base. La rentabilité économique d'une supplémentation de la paille de riz dépendra des niveaux de prix des intrants et des extrants. L'utilisation de la paille pendant une période de 90 jours, sous les conditions des prix du Tableau 2, occasionne une perte moyenne de Fcfa 7875 par tête (Tableau 11). L'analyse économique partielle montre que la supplémentation de la paille de riz peut être rentable, bien que les bénéfices sous le niveau actuel de prix soient relativement faibles. La perspective d'une utilisation rentable de la fane de niébé se trouve surtout dans le système mixte d'élevage - agriculture plus ou moins 'fermé'. Si le paysan produit le niébé sur sa propre exploitation (sur le champ en jachères ou en rotation avec des céréales) l'analyse économique montre, en ce qui concerne l'utilisation de la fane de niébé comme supplément avec la paille de riz, un ratio valeur/coût de 6. Le choix (économique) entre le tourteau de coton ou la fane de niébé sera déterminé par leur prix au marché et leur disponibilité.

Bibliographie

Andrieu J., C. Demarquilly & D. Sauvant, 1989. Tables of feeds used in France. Dans: Jarrige R. (ed). Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. INRA, Paris. p 213 - 303.

ARC (Agricultural Research Council), 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 351 pp

ARC (Agricultural Research Council), 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Supplement No

1. *Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 351 pp*

Badve V.C., P.R. Nisal, A.L. Joshi & D.V. Rangnekar, 1993. Variation in quality of sorghum stover. Dans: Singh K. & J.B. Schiere (eds). Feeding of ruminants on fibrous crop residues. Aspects of treatment, feeding, nutrient evaluation, research and extension. Proceedings of an international workshop held at the National Dairy Research Institute, Karnal (Hyrayna - India), Februari 4 - 8, 1991. p 370 - 377

Badve V.C., P.R. Nisal, A.L. Joshi & D.V. Rangnekar, 1994. Genotype and environment effects on sorghum stover production and quality. Dans: Joshi A.L., P.T. Doyle & S.J. Oosting (eds). Variation in the quantity and quality of fibrous crop residues. Proceedings of a national seminar held at the BAIF Development Research Foundation, Pune (Maharashtra - India), February 8 - 9. p 9 - 19.

Bainton S.J., V.E. Plumb & B.S. Capper, 1987. Botanical composition, chemical analysis and cellulase solubility of rice straws from different varieties. Animal Production 44:481 (abstract)

Bakker E.J., K. Sissoko & M.S. Touré, 1996. Trois sous-zones en zone Soudano-Sahélienne du Mali. Dans: Breman H. & K. Sisokko (eds). Intensification agricole au Sahel. En préparation.

BDPA - Bureau pour le Développement de la Production Agricole, 1974. Mémento de l'agronomie - techniques rurales en Afrique. Republique Francaise de la Coopération. Nouvelle Edition. pp 1591

Bengaly K., R.H. Bosma & S. Bagayoko (1994). Utilisation des sous-produits agricoles et agro-industriels pour l'alimentation des bovins. ESPGRN/Sikasso. Document No 94/34, Décembre 1994

Blair Rains A., 1963. Misc pap., Samaru (Nigeria), No. 1. Dans: FAO, 1991. Tropical Feeds

Blancou J. & H. Calvet, 1979. Fermentation microbienne de produits végétaux destinés à l'alimentation du bétail au Sénégal. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 32 (1): 77-80

Blaxter K., 1989. Energy metabolism in animal and man. Cambridge University Press

Bonachela Castaño B., 1995. [A model of a perennial grass \(Andropogon gayanus\) for West Africa \(PWGA\): description and user's guide.](#) Rapport PSS No. 2. AB-DLO, Wageningen, 25pp

Boniface A.M., R.M. Murray & J.P. Hogan, 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 16: 151-154

Bosma R., 1992. Stabulation des bovins en saison sèche dans le cercle de Tominian. DRSPR-Sikasso., IER, Mali. pp

Bosma R., B. Bicaba & A. Zongo, 1990. Valeur nutritive de quelques variétés Burkinabé de la paille de Sorghum bicolor. Rapport interimaire de recherche. Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 3 pp

- Bosma R.H., K. Bengaly & C.B.H. Meurs & W. Berckmoes, 1992. La productivité des ruminants à Tominian. DRSPR/Sikasso*
- Breman H. & N. Traoré (eds), 1987. Analyse des conditions de l'élevage et propositions de politiques et de programmes. République du Mali. AB-DLO, Wageningen, Pays-Bas*
- Breman H. & N. de Ridder (eds), 1991. [Manuel sur les pâturages des pays sahéliens](#). Karthala, Paris, 485 pp.*
- Brouwer B.O., 1992. DBStat Version 3. Department of Tropical Animal Production. Agricultural University.*
- Bruchem van J., S.J. Oosting, S.C.W. Lammers-Wienhoven & C.P. Leffering, 1993. Ammonia treatment of wheat straw. I. Voluntary intake, chewing behaviour, rumen pool size and turnover and partition of digestion along the gastr-intestinal tract of sheep. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 41: 111-133*
- Caboor M., 1977. Studie van de graslanden van de Sahel. RU Gent*
- Calvet H., J. Valenza, R. Boudergues, S. Daillo, D. Friot & J. Chambon, 1974. La paille de riz dans l'alimentation au Sénégal. I. Analyses bromatologiques, digestibilités in vivo et in vivo, bilans azotés et minéraux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop*, 27(2): 207-221*
- Capper B.S., E.F. Thomson & S. Rihawi, 1989. Voluntary intake and digestibility of barley straw as influenced by variety and supplementation with either barley grain or cottonseed cake. *Animal Feed Science and Technology* 26: 105-118*
- Chigaru P.R.N. & D.H. Holmes, 1983. Estimation of body water and fat in cattle using tritiated water space and live weight with particular reference to the influence of breed. *J. agric. Sci.* 101: 275-264*
- Dicko M.S., 1983. Nutrition animale. Dans: Wilson R.T., P.N. de Leeuw & C. de Haan (eds). Recherche sur les systèmes des zones arides du Mali: résultats préliminaires. CIPEA. Rapport de recherche No. 5. p 95-106*
- Dieng A., A. Buldgen & R. Compere, 1991. La culture fourragère temporaire d'*Andropogon gayanus* KUNTH var. *bisquamulatus* en zone soudano-sahélienne sénégalaise. 3. Influence du système d'exploitation sur la production de fourrage. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* 26 (3): 337 - 349*
- Doyle P.T., S. Chanpongsang, W.J. Wales & G.R. Pearce, 1988. Variation in the nutritive value of wheat and rice straws. Dans: Dixon R.M. (ed). *Ruminal feeding systems utilizing fibrous agricultural residues - 1987. Australian - Asian Agricultural Residues network (7th: 1987: Chiang Mai University)*. p 75-86*
- Doyle P.T. & S.B. Panday, 1990. The feeding value of cereal straws for sheep. III. Supplementation with minerals or minerals and urea. *Animal Feed Science and Technology* 29: 29-43*
- Duivenbooden, N. van, 1992. Sustainability in termes of nutrient elements with special reference to West Africa. Report 160, Centre for Agrobiological Research, CABO-DLO, Wageningen. 310 pp.*

- Duivenbooden N. & P.A. Gosseye (eds.), 1991. Production végétales, animales et halieutiques. Compétition pour des ressources limitées: Le cas de la cinquième Région du Mali, Rapport No 2 Bovins. CABO/ESPR, Wageningen*
- Elliot R.C. & A.G. Croft, 1958. Digestion trials on Rhodesian Feedstuffs. The Rhodesia Agricultural Journal, vol 55: 40 - 49*
- Fall S., H. Guerin, C. Sall & ND. Mbaye, 1989. Cereal straws in the feeding systems of ruminants in Senegal. Dans: African Research Network for Agricultural By-products (ARNAB). Overcoming constraints to the efficient utilization of agricultural by-products as animal feed. Proceedings of the Fourth Annual Workshop held at the Institute of Animal Research, Mankon Station, Bamenda, Cameroun, 20 - 27 October, 1987. ARNAB, Addis Ababa, Ethiopia. p 173 - 189*
- Fomunyan R.T. & S.E. Mbomi, 1989. Thephrosia spp and cottonseed (Gossypium spp) cake supplementation of rice and maize stalks fed to sheep and goats in the dry season. Dans: African Research Network for Agricultural By-products (ARNAB). Overcoming constraints to the efficient utilization of agricultural by-products as animal feed. Proceedings of the Fourth Annual Workshop held at the Institute of Animal Research, Mankon Station, Bamenda, Cameroun, 20 - 27 October, 1987. ARNAB, Addis Ababa, Ethiopia. p133-141*
- French M.H., 1943. E. Afric. agric. J., 8: 126. Dans: FAO, 1991. Tropical Feeds*
- Hennessy D.W. & R.D. Murison, 1982. Cottonseed meal and molasses as sources of protein and energy for cattle offered low quality hay from pastures of the North Coast of New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 22:140-146*
- Hermanto, Soebarinoto, A.C. Nugroho, R.D. Sulastri & J. van Bruchem, 1991. Variation in in-sacco degradation between rice straw varieties related to morphological composition. Dans: Ibrahim M.N.M., R. de Jong, J. van Bruchem & H. Purnomo (Eds). Livestock and feed development in the Tropics. Proceedings of the International Seminar held at Brawijaya University, Malang, Indonesia, 21 - 25 October, 1991. p 225-232*
- Hoek van der R., 1986. La recherche sur la capacité de charge du Bassin Versant de Barsalogho, Burkina Faso. Rapport final. PEDI, Kaya & Univ. Agron. de Wageningen, no. 881. 33 pp*
- Ibrahim M.N.M., S. Tamminga & G. Zemelink, 1988. Nutritive value of some commonly available ruminant feeds in Sri Lanka. Dans: Dixon R.M. (e. Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues - 1987. Australian - Asian Agricultural Residues network (7th: 1987: Chiang Mai University). p 137-149*
- INRA, 1978. Alimentation des ruminants. INRA Publication (eds), Versailles, pp 597*
- Jong de R. & J. van Bruchem, (1993). Utilization of crop residues and supplementary feeds in tropical developing countries. Final report to the Commission of the European Communities. pp 84*
- Juliano B.O., D.B. Roxas, C.M. perze & G.S. Khush, 1988. Varietal differences in composition and in vitro*

digestibility of harvest rice straw. Dans: Dixon R.M. (ed). Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues - 1987. Australian - Asian Agricultural Residues network (7th: 1987: Chiang Mai University). p 97-113

Kaasschieter G.A., 1996. Modèles de l'ingestion fourragère. Dans: Breman H. & K. Sisokko (eds). Intensification agricole au Sahel. En préparation.

Kaasschieter G.A. & Y. Coulibaly, 1996. Besoins énergétiques d'entretien et de gain des jeunes zébus. Dans: Breman H. & K. Sisokko (eds). Intensification agricole au Sahel. En préparation.

Kaasschieter G.A., Y. Coulibaly & H. Breman, 1996. Classification de fourrages. Dans: Breman H. & K. Sisokko (eds). Intensification agricole au Sahel. En préparation.

Kaasschieter G.A., Y. Coulibaly & M. Kané, 1994. [Supplémentation de la paille de mil \(Pennisetum typhoides\) avec le tourteau de coton: effets sur l'ingestion, la digestibilité et la sélection.](#) Rapports PSS No. 4, Wageningen 26 pp.

Kaasschieter G.A. et Y. Coulibaly, 1995. [Rentabilité de l'utilisation de fane de niébé \(Vigna unguiculata\) comme supplément avec la paille de mil \(Pennisetum typhoides \) par des taurillons.](#) Rapports PSS No. 7, Wageningen, 31 pp.

Ketelaars J.J.M.H & Tolkamp B.J., 1991. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. Doctoral thesis, Agricultural University Wageningen, The Netherlands, 254 pp.

Keulen H. van & H. Breman, 1990. Agricultural development in the West African Sahelian region: a cure against land hunger?. Agriculture, Ecosystems and Environment 32, 177-197

Kiflewahid B. & B. Mosimanyana, 1989. Dolichos lablab (Lablab purpureus) in by-product based diets for lactating cows. Dans: African Research Network for Agricultural By-products (ARNAB). Overcoming constraints to the efficient utilization of agricultural by-products as animal feed. Proceedings of the Fourth Annual Workshop held at the Institute of Animal Research, Mankon Station, Bamenda, Cameroun, 20 - 27 October, 1987. ARNAB, Addis Ababa, Ethiopia. pp 155- 172

Landais E. & P. Lhoste, 1993. Systèmes d'élevage et transfert de fertilité dans la zone des savanes africaines. Cahiers Agricultures 2: 9-25

Leng R.A., 1990. Factors affecting the utilization of 'poor quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutrition Research Review 3: 277-303

Lohani M.N., L.T. Trung, S.C. Bantungan & R.R. Lapinid. Feeding value of urea-treated rice straw with limited supplementation to yearling heifers. 1987. Dans: Dixon R.M. (ed). Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues - 1986. Australian - Asian Agricultural Residues network (6th: 1986: University of the Philippines). p 211 - 221

- Mahler F.C., 1991. Natürliche Weiden und Nebenprodukte des Ackerbaus als Ernährungsgrundlage für die Rinderhaltung am semiariden Standort westafrikas. Thèse de doctorat. 131 pp.*
- Milford R. & D.J. Minson, 1968. The effect of age and method of haymaking on the digestibility and voluntary intake of the forage legumes Dolichos lablab and Vigna sinensis. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. volume 8: 409 - 412*
- Miller T.B., A. Blair Rains & R.J. Thorpe, 1964. The nutritive value and agronomic aspects of some fodders in Northern Nigeria. III. Hays and dried crop residues. J. Brit. Grassl. Soc. 19: 77 - 80*
- Moran J.B., K.B. Satoto & J.E. Dawson, 1983. The utilization of rice straw fed to Zebu cattle and swamp buffaloes as influenced by alkali-treatment and Leuceana supplementation. Aust. J. Agric. Res., 34, 73-84*
- Murthy U.R., K. A. Roa & V. Devender, 1994. Sorghum as a dry and green fodder crop in India. Dans: Joshi A.L., P.T. Doyle & S.J. Oosting (eds). Variation in the quantity and quality of fibrous crop residues. Proceedings of a national seminar held at the BAIF Development Research Foundation, Pune (Maharashtra - India), February 8 - 9. p 80 - 86.*
- NRC, 1988. Nutrient requirements fo dairy cattle. 6th revised edition. National Academy of Science, Washington DC, 157 pp.*
- Oosting S.J., J.M.H.J. Verdonk & G.G.B. Spinhoven, 1989. Effect of supplementary urea, glucose and minerals on the in vitro degradation of low quality feeds. Asian-Australasian Journal of Animal Science 2:583-590*
- Oosting S.J. & A. Waanders, 1993. The effect of rumen ammonia nitrogen concentration on intake and digestion of wheat straw by goats. Animal Feed Science and Technologie 43: 31-40*
- Oosting S.J., T.C. Viets, S.C.W. Lammers-Wienhoven & J. van Bruchem, 1993. Ammonia treatment of wheat straw. 2. Efficiency of microbial protein synthesis, rumen microbial protein pool size and turnover, and small intestinal protein digestion in sheep. Netherlands Journal of Agricultural Science 41: 135-151*
- Orskov E.R., 1988. Consistency of differences in nutritive value of straw from different varieties in different seasons. Dans: Reed J.D., Capper B.S. & Neate P.H.J. (eds). 1988. Plant breeding and the nutritive value of crop residus. Proceedings of a workshop held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 7 - 10 December 1987, ILCA, Addis Ababa.*
- Patel B.M., 1966. Animal nutrition in western India. Anand, Indian Council of Agricultural research. Dans: FAO, 1991. Tropical Feeds*
- Payne R.W., P.W. Lane, A.E. Ainsley, K.E. Bicknell, P.G.N. Digby, S.A. Harding, P.K. Leech, H.R. Simpson, A.D. Todd, P.J. Verrier & R.P. White, 1987. Genstat 5 reference manual. Oxford Science Publications, Clarendon Press, oxford, 749 pp.*

- Pearce G.R., J.A. Lee, R.J. Simpson & P.T. Doyle, 1988. Sources of variation in the nutritive value of wheat and rice straws. Dans: Reed J.D., Capper B.S. & Neate P.H.J. (eds). 1988. *Plant breeding and the nutritive value of crop residues. Proceedings of a workshop held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 7 - 10 December 1987*, ILCA, Addis Ababa.
- Penning de Vries F.W.T & M.A. Djitéye (Eds), 1982. [La productivité des pâturages sahéliens, une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle](#). Agric. Res. Rep. 918, Pudoc Wageningen, 525 pp
- Perdok H.B., R.A. Leng, S.H. Bird, G. Habib & M. van Houtert, 1988. Improving livestock production from straw-based diets. Dans: Thompson E.F. & F.S. Thomson (eds). *Increasing small ruminant productivity in semi-arid areas. Syria: International centre for Agricultural Research in Dry Areas*.
- Potikanond N., I. Saengchot & B. Cheva-Isarakul, 1988. Crop residues from rice-based cropping systems for large ruminant production. Dans: Dixon R.M. (ed). *Ruminal feeding systems utilizing fibrous agricultural residues - 1987. Australian - Asian Agricultural Residues network (7th: 1987: Chiang Mai University)*. p 3 - 10
- Powell J.M., 1985. Yields of sorghum and millet and stover consumption by livestock in the Subhumid Zone of Nigeria. *Trop. Agric. (Trinidad) Vol 62 No.1; 77-81*
- Projet CILSS/FAO, 1986. *Rapport de campagne au Mali pour 1986. Projet CILSS/FAO. Développement des cultures fourragères et améliorantes en zone Soudano-Sahélienne 48 pp.*
- Quak W., H. Hengsdijk & E.J. Bakker, 1996. *Coefficients agronomiques des systèmes de production des cultures durables en zone Soudano-Sahélienne. Rapport PSS. En préparation*
- Ranjhan S.K., S.K. Talapatra & A.C. Kala, 1967. Yield and nutritive value of dual purpose crop cowpea (*Vigna catjang*) - cowpea hay as a growth production ration. *Indian J. Dairy. Sci.*, 20: 146-149
- Richard D., H. Guérin & S.T. Fall (1989). *Feeds of the dry tropics (Sénégal)*. Dans: Jarrige R. (ed). *Ruminant nutrition. Recommended allowances & feed tables*. INRA, Paris, 1989. p 325 - 345
- Rivière R., 1977. *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*. IEMVT, Paris.
- Roxas D.B., A.S. Obsioma, R.M. Lapitan., L.S. Castillo, V.G. Momongan & B.O. Juliano, 1985. The effects of variety of rice, level of nitrogen fertilization and season on the chemical composition and in vivo digestibility of straw. Dans: Doyle P.T. (ed). *Ruminal feeding systems utilizing fibrous agricultural residues. Australian - Asian Agricultural Residues network, Kohn Kaen, Thailand, 10 - 14 April, 1984*. p 47 - 52
- Satter L.D. & L.L. Slyter, 1974. Effect of ammonia on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition* 32: 199 - 208

Schlecht E., 1995. *The influence of different levels of supplementation on feed intake and nutrient retention of grazing Zebu cattle in Sahelian agro-pastoral systems.* Verlag Shaker, Aachen. pp 200.

Singh M., 1994. *Feeding value of untreated and urea treated rice straw of different cultivars.* Dans: Joshi A. L., P.T. Doyle & S.J. Oosting (eds). *Variation in the quantity and quality of fibrous crop residues. Proceedings of a national seminar held at the BAIF Development Research Foundation, Pune (Maharashtra - India), February 8 - 9.* p 29 - 35

Singh M., 1991. *Utilization of varietal differences in straw quality of crops in livestock production systems.* Dans: Ibrahim M.N.M., R. de Jong, J. van Bruchem & H. Purnomo (Eds). *Livestock and feed development in the Tropics. Proceedings of the International Seminar held at Brawijaya University, Malang, Indonesia, 21 - 25 October, 1991.* p 126-133

Sissoko K, E.J. Bakker, N'F. Dembelé, W. Quak & M.S.M. Touré, 1994. [Définition, description et analyse économique partielle des activités d'élevage en zone soudano-sahélienne. Cas de la production de viande bovin.](#) Rapport PSS 9, AB-DLO, Wageningen, 33pp

Soebarinato, S. Chuzaem, Mashudi & J. van Bruchem, 1991. *Nutritive value of rice straws varieties as related to location of growth and season, with special reference to the situation of east Java, Indonesia.* Dans: Ibrahim M.N.M., R. de Jong, J. van Bruchem & H. Purnomo (Eds). *Livestock and feed development in the Tropics. Proceedings of the International Seminar held at Brawijaya University, Malang, Indonesia, 21 - 25 October, 1991.* p 148-155

Soest van P.J. & L.P.H. Jones, 1968. *Effect of silica in forages upon digestibility.* *Journal of Dairy Science* 51: 1644-1648

Soest van P.J., 1981. *Limiting factors in plant residues of low degradability.* *Agriculture and Environment* 6: 135-143

Spragg J.C., R.C. Kellaway & T.J. Kempton, 1986. *Effects of cottonseed meal and cereal grain supplements on intake and utilisation of alkali-treated wheat straw by cattle.* *Aust. J. Exp. Agric.* 26: 527 - 533

Tilley J.M.A. & R.A. Terry, 1963. *A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops.* *Journal of British Grassland Society* 18: 104-111

Tolkamp B.J. & J.J.M.H. Ketelaars, 1994. *Efficiency of energy utilization in cattle given food ad libitum: predictions according to the ARC system and practical consequences.* *Animal Production* 59: 43-47

Traoré M., 1995. [Utilisation des éléments nutritifs par une graminée pérenne: *Andropogon gayanus*.](#) Thèse de doctorat, ISFRA, Mali. Rapports PSS No. 19, AB-DLO, Wageningen. pp 144

Wanapat M. & N. Kongpiroon, (1988). *Intake and digestibility by native cattle of straw and stubble of glutinous and non-glutinous varieties of rice.* Dans: Dixon R.M. (ed). *Ruminal feeding systems utilizing*

fibrous agricultural residues - 1987. Australian - Asian Agricultural Residues network (7th: 1987: Chiang Mai University). p 133-135

Wijk van H.P.D., S.A. Oosthuizen & J.D. Basson, 1951. The nutritive value of South African feeds. II. Hay and pasture crops. Science Bulletin No. 289. Department of Agriculture and Forestry. Union of South Africa. 50 pp.

Williams T.O., J.M. Powell & S. Fernández-Rivera, 1995. Manure utilisation, drought cyclus and herd dynamics in the Sahel: Implications for cropland. Dans: Powell J.M., S. Fernández-Rivera, T.O. Williams & C. Renard (eds). Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa. Volume II: Technical Papers. Proceedings of an International Conference held in Addis Ababa, Ethiopia, 22-26 November 1993. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, p 393 - 409

Wooning A., 1992. [Les prix du bétail. de la viande, des produits laitiers et des engrais dans les pays sahéliens.](#) Rapports PSS No. 1, Wageningen 72 pp.

Zemmelink G., 1980. Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of tropical forrages. Agricultural Research Report 896. Pudoc, Wageningen. 100 pp

Zemmelink G., R.M.A. van Noort, S. Tamminga & M.N.M. Ibrahim,(1988). Effect of supplementary nitrogen and iso-acids on in vitro degradation of rice straw. Dans: Dixon R.M. (ed). Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues - 1987. Australian - Asian Agricultural Residues network (7th: 1987: Chiang Mai University). p 197-203

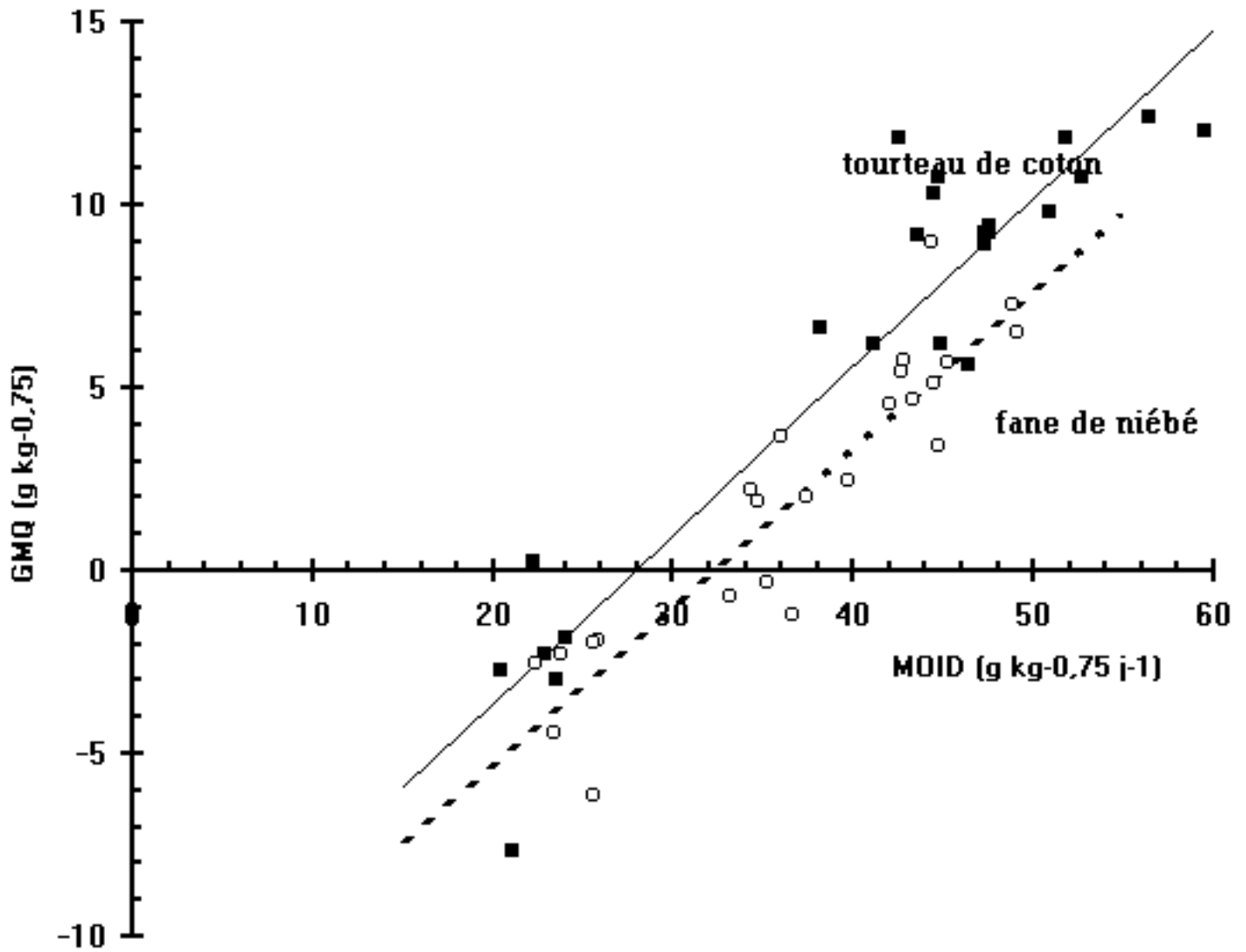
[\[1\]](#) *Les résultats présentées ici font partie d'une série d'essais de l'ingestion fourragère exécutée par l'Equipe Exploitation Fourragère. Les essais exécutés avec la paille de mil, supplémentée avec le tourteau de coton et la fane de niébé, respectivement, ont été publiés comme Rapport de Recherche No. 4 et No. 7 du projet PSS.*

[\[2\]](#) *L'ingestion volontaire attendue de la matière organique (MOI) est calculée sur la base de la teneur en azote et de la digestibilité de la matière organique (Ketelaars et Tolkamp, 1991) de la paille de riz et des suppléments. Pour un calcul détaillé de l'ingestion fourragère se réfère au rapport de Recherche No. 4 du PSS.*

[\[3\]](#) *Voir: Rapports de Recherche No 4 et No 7*

[\[4\]](#) *Par rapport aux essais fourragers avec la paille de mil il y a un changement dans l'analyse statistique. Dans les modèles de régression pour estimer la digestibilité de la ration et l'ingestion de la matière organique digestible la teneur en azote est prise comme variable indépendante au lieu de la proportion de supplément (voir rapport de recherche No 4 et No 7). Cela nous permet de mieux valoriser l'azote apporté par des suppléments.*

[\[5\]](#) *le poids vif moyen des taurillons, comme moyenne des deux essais, s'élève à 207 kg avec un intervalle de 140 à 303 kg*



Rappports PSS N° 25 Annexe II

Annexe II. Besoins en paille de riz et en suppléments (kg) par niveau de production

niveau de production	ss	0,9e	e	1,3e	1,6e	1,7e	0,9e	e	1,3e	1,6e	1,7e
MOID (g kg ^{-0,75} j ⁻¹):	25.1	27.1	30.1	39.2	48.2	51.2	27.1	30.1	39.2	48.2	51.2
paille de riz (kg MB)						fane de niébé (kg MB)					
jour 1 - 10	37.5	38.9	40.6	40.7	26.7	-	0.8	2.4	10.8	28.5	-
jour 11 - 20	37.3	38.7	40.6	41.0	27.1	-	0.8	2.4	10.9	28.9	-
jour 21 - 30	37.1	38.6	40.6	41.4	27.6	-	0.8	2.4	11.0	29.4	-
jour 31 - 40	36.8	38.5	40.6	41.7	28.0	-	0.8	2.4	11.1	29.9	-
jour 41 - 50	36.6	38.4	40.6	42.1	28.5	-	0.8	2.4	11.2	30.4	-
jour 51 - 60	36.4	38.3	40.6	42.4	28.9	-	0.8	2.4	11.3	30.9	-
jour 61 - 70	36.2	38.2	40.6	42.8	29.4	-	0.8	2.4	11.4	31.4	-
jour 71 - 80	36.0	38.1	40.6	43.1	29.8	-	0.8	2.4	11.4	31.8	-
jour 81 - 90	35.7	37.9	40.6	43.5	30.3	-	0.7	2.4	11.5	32.3	-
total (kg MB)	330	346	366	379	256	-	6.8	21.9	100.5	273.5	-
moyen (kg MS j ⁻¹)	3.30	3.46	3.66	3.84	3.79	-					
MSI (kg j ⁻¹)	2.64	2.76	2.92	3.07	3.03	-	0.07	0.22	1.01	2.74	-
refus (kg MS j ⁻¹)	0.66	0.69	0.73	0.77	0.76	-					
refus %	20	20	20	20	20	-					
paille de riz (kg MB)						tourteau de coton (kg MB)					
jour 1 - 10	33.0	38.2	41.0	46.4	42.1	31.0	0.8	1.5	5.1	14.1	23.7
jour 11 - 20	32.8	38.1	41.0	46.8	42.8	31.6	0.8	1.5	5.2	14.3	24.2
jour 21 - 30	32.6	38.0	41.0	47.2	43.5	32.2	0.8	1.5	5.2	14.6	24.6
jour 31 - 40	32.4	37.9	41.0	47.6	44.3	32.9	0.8	1.5	5.3	14.8	25.1
jour 41 - 50	32.2	37.7	41.0	48.0	45.0	33.5	0.8	1.5	5.3	15.0	25.6
jour 51 - 60	32.0	37.6	41.0	48.4	45.7	34.1	0.8	1.5	5.4	15.3	26.0

jour 61 - 70	31.8	37.5	41.0	48.8	46.4	34.7	0.8	1.5	5.4	15.5	26.5
jour 71 - 80	31.6	37.4	41.0	49.2	47.1	35.3	0.8	1.5	5.4	15.7	26.9
jour 81 - 90	31.4	37.3	41.0	49.6	47.8	35.9	0.8	1.5	5.5	16.0	27.4
total (kg MB)	290	340	369	432	405	301	7.1	13.6	47.8	135.3	230.0
moyen (kg MS j ⁻¹)	2.90	3.40	3.69	4.32	4.05	3.01					
MSI (kg j ⁻¹)	2.32	2.72	2.95	3.46	3.24	2.41	0.07	0.14	0.48	1.35	2.30
refus (kg MS j ⁻¹)	0.58	0.68	0.74	0.86	0.81	0.60					
refus %	20	20	20	20	20	20					

(e = niveau de l'entretien; ss= sans supplémentation); M(atière) S(èche) = 0,9 * M(atière) B(rute)

Rapports PSS N° 25 Annexe III-a

Annexe III-a: Analyse économique de l'utilisation de la fane de niébé avec la paille de riz par des taurillons

paille de riz:	Fcfa:	5														
fane de niébé	Fcfa:	8														
niveau de production	QO MS paille	MSI paille	refus paille	MSI sup	coût ration		MO fumier		N fumier		valeur de production	coûts totaux	bénéfice	bénéfice par hj		RVC
	kg/t/j	kg/t/j	%	kg/t/j	Fcfa/t/j	#hj	fèces kg	refus kg	fèces kg	refus kg	Fcfa	Fcfa	Fcfa	Fcfa	b/c	
ss	3.098	2.478	20		17	2.8	71.9	38.1	1.0	0.305	53,920	61,795	-7,875	-1,770	-0.17	
0.9 e	3.456	2.765	20	0.068	20	3.0	84	42	1.2	0.3	56,060	62,165	-6,105	-1,050	-0.10	5.8
e	3.656	2.925	20	0.219	22	3.1	97	45	1.3	0.4	58,195	62,510	-4,315	-395	-0.07	6.0
1.2e	3.841	3.073	20	0.676	27	3.3	128	47	1.7	0.4	62,480	63,200	-720	785	-0.01	6.1
1.3e	3.788	3.031	20	1.005	30	3.4	146	47	1.9	0.4	64,625	63,545	1,080	1,315	0.02	6.1
1.6e	2.562	2.050	20	2.735	39	3.7	227	31	2.5	0.3	71,125	64,605	6,520	2,765	0.10	6.1
paille de riz:	Fcfa:	10														
fane de niébé	Fcfa:	35														
niveau de production	QO MS paille	MSI paille	refus paille	MSI sup	coût ration		MO fumier		N fumier		valeur de production	coûts totaux	bénéfice	bénéfice par hj		RVC
	kg/t/j	kg/t/j	%	kg/t/j	Fcfa/t/j	#hj	fèces kg	refus kg	fèces kg	refus kg	Fcfa	Fcfa	Fcfa	Fcfa	b/c	
ss	3.098	2.478	20		34	2.8	72	38	1.0	0.305	53,920	63,340	-9,420	-2,313	-0.15	
0.9 e	3.456	2.765	20	0.068	41	3.0	84	42	1.2	0.3	56,060	64,080	-8,020	-1,690	-0.13	2.9
e	3.656	2.925	20	0.219	49	3.1	97	45	1.3	0.4	58,195	64,930	-6,735	-1,175	-0.10	2.7

1.2e	3.841	3.073	20	0.676	69	3.3	128	47	1.7	0.4	62,480	66,945	-4,465	-345	- 0.07	2.4
1.3e	3.788	3.031	20	1.005	81	3.4	146	47	1.9	0.4	64,625	68,155	-3,530	-30	- 0.05	2.2
1.6e	2.562	2.050	20	2.735	135	3.7	227	31	2.5	0.3	71,125	73,270	-2,145	420	- 0.03	1.7

ss=sans supplémentation

e=entretien

QO=quantité offerte

MSI=matière sèche ingerée

hj=hommejour

MO=matière organique

b/c=bénéfice/coûts

MB=matière brute

RVC=ratio valeur/coût

Rapports PSS N° 25 Annexe III-b

Annexe III-b. Analyse économique de l'utilisation du tourteau de coton avec la paille de riz par des taurillons

paille de riz:	Fcfa:	5														
tourteau de coton:	Fcfa:	25														
niveau de production	QO MS paille	MSI paille	refus paille	MSI sup	coût ration		MO fumier		N fumier		valeur de production	coûts totaux	bénéfice	bénéfice par hj		RVC
	kg/t/j	kg/t/j	%	kg/t/j	Fcfa/t/j	#hj	fèces kg	refus kg	fèces kg	refus kg	Fcfa	Fcfa	Fcfa	Fcfa	b/c	
ss	3.098	2.478	20		17	2.8	72	38	1.0	0.3	53,920	61,795	-7,875	-1,770	-	0.13
0,9e	3.397	2.718	20	0.071	21	3.0	82	42	1.2	0.3	56,045	62,240	-6,195	-1,095	-	0.10
e	3.691	2.953	20	0.136	24	3.1	91	45	1.4	0.4	58,175	62,665	-4,490	-460	-	0.07
1,3e	4.322	3.458	20	0.478	37	3.4	122	53	1.9	0.4	64,570	64,160	410	1,120	0.01	4.5
1,6e	4.046	3.237	20	1.353	60	3.6	165	50	2.7	0.4	71,025	66,455	4,570	2,265	0.07	3.7
1,7e	3.011	2.409	20	2.300	81	3.7	206	37	3.3	0.3	73,340	68,360	4,980	2,360	0.07	3.0
paille de riz:	Fcfa:	10														
tourteau de coton:	Fcfa:	50														
niveau de production	QO MS paille	MSI paille	refus paille	MSI sup	coût ration		MO fumier		N fumier		valeur de production	coûts totaux	bénéfice	bénéfice par hj		RVC
	kg/t/j	kg/t/j	%	kg/t/j	Fcfa/t/j	#hj	fèces kg	refus kg	fèces kg	refus kg	Fcfa	Fcfa	Fcfa	Fcfa	b/c	
ss	3.098	2.478	20		34	2.8	72	38	1.0	0.305	53,920	63,340	-9,420	-2,313	-	0.15
0,9e	3.397	2.718	20	0.071	42	3.0	82	42	1.2	0.3	56,045	64,185	-8,140	-1,750	-	0.13
e	3.691	2.953	20	0.136	50	3.1	91	45	1.4	0.4	58,175	64,985	-6,810	-1,215	-	0.10

1,3e	4.322	3.458	20	0.478	80	3.4	122	53	1.9	0.4	64,570	67,980	-3,410	-5	- 0.05	2.3
1,6e	4.046	3.237	20	1.353	135	3.6	165	50	2.7	0.4	71,025	73,170	-2,145	405	- 0.03	1.7
1,7e	3.011	2.409	20	2.300	186	3.7	206	37	3.3	0.3	73,340	77,845	-4,505	-230	- 0.06	1.3

ss=sans supplémentation

e=entretien

QO=quantité offerte

MSI=matière sèche ingerée

hj=hommejour

MO=matière organique

b/c=bénéfice/coûts

MB=Matière brute

RVC=ratio valeur/coût

Rapports PSS N° 25 Annexe IV

Annexe IV-1. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages.

paille de riz

MO	N	MOD	N/ MOD	observations
(%)	g kg ⁻¹ MO	g kg ⁻¹ MO		
84.8	7.5	0.519	0.014	cet essai; 500 mm, Mali, DMO in vivo, taurillons
85.9	6.9	0.523	0.013	cet essai; 500 mm, Mali, DMO in vivo, taurillons
82.5	6.2	0.540	0.011	Wanapat & Kongpiroon (1988), DMO in vivo, taurillons, Thailand
83.9	6.7	0.513	0.013	Wanapat & Kongpiroon (1988), DMO in vivo, taurillons, Thailand
85.6	9.2	0.482	0.019	Inbrahim et al. (1988), DMO in vitro, Sri lanka, n=29
84.6	6.8	0.549	0.012	Zemmelink et al. (1988), DMO in vitro, Sri Lanka
81.7	8.2	0.552	0.015	Zemmelink et al. (1988), DMO in vitro, Sri Lanka
83.7	8.8	0.529	0.017	Zemmelink et al. (1988), DMO in vitro, Sri Lanka
83.6	6.9	0.487	0.014	Oosting et al. (1989), DMO in vitro, Sri Lanka
85.6	7.9	0.557	0.014	Oosting et al. (1989), DMO in vitro, Sri Lanka
85.0	11.9	0.542	0.022	Singh (1991), DMO in vivo, taurillons, Inde
75.6	13.8	0.448	0.031	Singh (1991), DMO in vivo, taurillons, Inde
83.5	9.8	0.432	0.023	Singh (1991), DMO in vivo, taurillons, Inde
77.8	11.5	0.493	0.023	Soebarinoto et al. (1991), DMO in vivo, ovins, n = 10, Inde
74.9	8.4	0.460	0.018	Moran et al. (1983), DMO in vivo, taurillons, Indonesie
82.5	4.1	0.613	0.007	Calvet et al. (1974), DMO in vivo, taurillons, Sénégal
82.0	4.4	0.646	0.007	Calvet et al. (1974), DMO in vivo, taurillons, Sénégal
85.3	3.6	0.550	0.006	Mahler (1991), DMO in vitro (gaz test), 500 mm, Mali
80.7	7.7	0.560	0.014	Richard et al. (1989), DMO in vivo, ovins, Sénégal
	4.5	0.482	0.009	Schlecht (1995), DMO in vitro (gaz test), 500 mm, Mali

85.2	4.7	0.476	0.010	Doyle et Panday (1990), DMO in vivo, ovins, Australie
82.4	7.0			BDPA, 1974
79.9	11.2	0.479	0.023	Roxas et al. (1985), DMO in vitro, Philippines, N = 0 kg, saison de pluie, n=2
84.1	11.5	0.439	0.026	Roxas et al. (1985), DMO in vitro, Philippines, N = 0 kg, saison sèche, n=2
78.7	13.0	0.479	0.027	Roxas et al. (1985), DMO in vitro, Philippines, N = 70 kg, saison de pluie, n=12
82.0	12.8	0.440	0.029	Roxas et al. (1985), DMO in vitro, Philippines, N = 70 kg, saison sèche, n=12
83.7	5.0	0.490	0.010	Doyle et al., (1988), DMO in vitro, Australie, n=3
84.7	10.6	0.545	0.020	Singh (1994), DMO in vivo, genisses, n=3, Inde
84.9	9.5	0.582	0.016	Singh (1994), DMO in vitro (nylon bag), n=7, Inde
	4.4	0.473	0.009	Potikanond et al., (1988), DMO in vivo, taurillons, Thailand
76.7	10.3	0.443	0.023	Lohani et al. (1988), DMS in vivo, genisses, Philippines
	8.9			Duivenbooden van (1992), # de références = 33
82.5	8.6	0.511	0.017	

Annexe IV-2. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)

Paille de mil

MO	N	MOD	N/ MOD	observations
(%)	g kg ⁻¹ MO	kg kg ⁻¹ MO		
feuille				
	11.9			Williams et al, (1993), 300 - 600 mm, Niger
	12.0			Williams et al, (1993), 300 - 600 mm, Niger
	9.6			Williams et al, (1993), 300 - 600 mm, Niger
88.4	7.0	0.580	0.012	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
90.7	8.6	0.670	0.013	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
89.3	11.6	0.532	0.022	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, Mali

90.1	11.5			BDPA, 1974
	12.1			Powell, J.M.(1985), Nigeria
89.6	10.6	0.594	0.018	
tige				
	6.4			Williams et al, (1993), 300 - 600 mm, Niger
	7.7			Williams et al, (1993), 300 - 600 mm, Niger
	5.5			Williams et al, (1993), 300 - 600 mm, Niger
94.5	7.4	0.320	0.023	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
94.2	8.0	0.410	0.019	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
91.1	4.8	0.399	0.012	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, Mali
	3.1			Powell, J.M.(1985), Nigeria
93.3	6.1	0.376	0.016	
plante				
92.6	9.7	0.475	0.020	Riviere (1977), MOD (g) = 15.87 ME (kJ)
88.6	10.8	0.287	0.038	Richard et al. (1989), Sénégal, DMO in vivo, ovins
	9.4	0.521	0.018	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
	10.4	0.469	0.022	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
	7.6	0.632	0.012	Kaasschieter (1996) 500 mm, Mali, DMO in vitro
	9.0	0.527	0.017	Blancou & Calvet (1979). DMO in vivo, ovins
89.5	10.4	0.451	0.023	Kiflewahid & Mosimayana (1989), DMO in vitro, Botswana
	14.9	0.413	0.036	Fall et al., (1989), Sénégal, DMO in vivo, bovins
90.7	7.6	0.443	0.017	French (1943), MOD (g) = 15,87 ME (kJ)
	7.7			Duivenbooden van (1992), # de références = 22
90.4	8.3	0.469	0.018	

Annexe IV-3. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)

Paille de sorgho

MO	N	MOD	N/ MOD	observations
----	---	-----	-----------	--------------

(%)	g kg-1 MO	kg kg-1 MO		
feuille				
87.4	8.1			Badve et al. (1993), Inde
86.3	5.4			Badve et al. (1993), Inde
	13.3			Murthy et al. (1994), Inde, n = 9
86.9	8.4	0.462	0.018	Bosma et al. (1990), Burkina Faso, n = 7, DMO in vitro
	8.3			Powell, J.M.(1985), Nigeria
86.9	8.7	0.462	0.018	
tige				
94.5	4.4			Badve et al. (1993), Inde
94.6	3.4			Badve et al. (1993), Inde
94.6	6.7			Murthy et al. (1994), Inde, n = 9
94.6	4.1	0.407	0.010	Bosma et al. (1990), Burkina Faso, n = 7, DMO in vitro
	1.9			Powell, J.M.(1985), Nigeria
94.6	4.1	0.407	0.010	
plante				
	7.4	0.494	0.015	Fall et al., (1989), Sénégal, DMO in vivo, bovins
91.0	6.9	0.481	0.014	Riviere (1977), MOD (g) = 15.87 ME (kJ)
89.7	7.7	0.509	0.015	French (1943), MOD (g) = 15,87 ME (kJ)
90.6	6.5	0.527	0.012	Patel (1966), MOD (g) = 15,87 ME (kJ)
91.6	11.2	0.498	0.022	Kiflewahid & Mosimayana (1989), DMO in vitro, Botswana
90.5	5.6	0.422	0.013	Bosma (1992), Burkina Faso,
	5.4			BDPA, 1974
	4.5	0.411	0.011	Bosma et al. (1990), Burkina Faso, n = 7, DMO in vitro
		0.565	0.000	Badve et al. (1994), Inde, n = 18, DMO nylon bag
93.2	5.8	0.470	0.012	Richard et al. (1989), Sénégal, DMO in vivo, ovins
	7.1			Duivenbooden van (1992), # de références = 23
91.1	7.0	0.486	0.014	

Annexe IV-4. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg-1 MS), en matière organique digestible (MOD, g kg-1 MO) et en azote (N, g kg-1 MO) et

rapport N/MOD des différents fourrages (suite)

niébé: culture fourragère

MO	N	MOD	N/ MOD	observations
(%)	g kg-1 MO	kg kg-1 MO		
82.4	33.2	0.550	0.060	PSS, 500 mm, argil, P = 0 kg, DMO in vitro
89.9	35.4	0.620	0.057	PSS, 500 mm, sable, P = 0 kg, DMO in vitro
89.5	36.6	0.580	0.063	PSS, 500 mm, sable, P = 78 kg, DMO in vitro
84.6	33.7	0.540	0.062	PSS, 500 mm, argil, P = 78 kg, DMO in vitro
87.9	28.8	0.580	0.050	Elliot & Croft (1958), DMS in vivo, ovins, Zimbabwe
90.4	25.8	0.614	0.042	Elliot & Croft (1958), DMS in vivo, ovins, Zimbabwe
92.2	30.4	0.589	0.052	Miller et al. (1964); DMO in vivo, ovins, Nigeria
92.6	22.1	0.651	0.034	Miller et al. (1964); DMO in vivo, bovins, Nigeria
89.4	26.8	0.661	0.041	van Wyk et al. (1951), DMO in vivo, ovins, n=4, Afrique Sud
88.8	30.3	0.598	0.051	

niébé: fane

85.5	28.1	0.580	0.048	Richard et al. (1989), Sénégal, DMO in vivo, ovins
89.2	33.6	0.740	0.045	Kaasschieter (1996); 500 mm, Mali, DMO in vitro
90.0	34.7	0.740	0.047	Kaasschieter (1996); 500 mm, Mali, DMO in vitro

89.5	22.2	0.690	0.032	Mahler (1991), DMO in vitro (gaz test), 500 mm, Mali
90.6	30.2	0.711	0.043	Schlecht (1995), DMO in vitro (gaz test), 500 mm, Mali
88.7	25.6	0.701	0.037	Schlecht (1995), DMO in vitro (gaz test), n=12, 500 mm \, Mali
	24.4	0.613	0.040	Ranjihan 1967 a316
90.0	22.2	0.544	0.041	Miller et al. (1964); DMO in vivo, bovins, Nigeria
	29.9	0.062	0.049	Milford & Minson (1968), DMS in vivo, ovins, n=4, Australie
89.1	28.2	0.701	0.040	Kiflewahid & Mosimayana (1989), DMO in vitro, Botswana
92.0	24.3	0.630	0.039	van de Hoek (1986), Burkina Faso, DMO in vitro
	23.4			Duivenbooden van (1992), # de références = 18
89.4	25.0	0.610	0.041	

Annexe IV-5. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)

MO	N	MOD	N/ MOD	observations
(%)	g kg ⁻¹ MO	g kg ⁻¹ MO		

Stylosanthes hamata

73.6	19.8	0.590	0.034	PSS, 750 mm, sable, P = 0 kg, 1992, DMO in vitro
94.1	21.0	0.540	0.039	PSS, 750 mm, sable, P = 0 kg, 1993, DMO in vitro
94.6	15.5	0.530	0.029	PSS, 750 mm, sable, P = 0 kg, 1994, DMO in vitro
81.6	18.9	0.560	0.034	PSS, 750 mm, sable, P = 88 kg, 1992, DMO in vitro
93.9	20.4	0.520	0.039	PSS, 750 mm, sable, P = 88 kg, 1993, DMO in vitro
94.4	21.0	0.440	0.048	PSS, 750 mm, sable, P = 88 kg, 1994, DMO in vitro
92.0	13.9	0.551	0.025	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, Mali

94.1	12.0	0.512	0.023	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, Mali
89.8	17.83	0.530	0.034	

Pennisetum pedicellatum

92.1	5.9	0.490	0.012	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, 1ere coupe, Mali
92.7	7.6	0.514	0.015	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, 2eme coupe, Mali
93.0	7.3	0.435	0.017	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, coupe saison sèche, Mali
88.3	10.0	0.538	0.019	Blair Rains, A, 1963 .Misc. pap. Samaru (nigeria), No. 1
	8.8			Traoré (1995), 580 mm, N=0 kg, P = 0 kg, sable-limon, Mali, n=6
	8.8			Traoré (1995), 700 mm, N=0 kg, P = 0 kg, sable-limon, Mali, n=2
	7.2			Traoré (1995), 1140 mm, N=0 kg, P = 0 kg, sable-limon, Mali, n=2
	16.0			Traoré (1995), 580 mm, N=260 kg, P2O5= 180 kg, sable-limon, Mali, n=12
	14.4			Traoré (1995), 700 mm, N=260 kg, P2O5 = 180 kg, sable-limon, Mali, n=4
	8.3			Traoré (1995), 1140 mm, N=260 kg, P2O5 = 180 kg, sable-limon, Mali, n=4
89.0	14.6	0.430	0.034	Breman & de Ridder (1991), stade génératif, DMO in vitro, Mali
89.0	5.6	0.450	0.012	Breman & de Ridder (1991), stade nécrotique, DMO in vitro, Mali
89.3	15.2	0.490	0.031	Richard et al. (1989), Sénégal, DMO in vivo, ovins
90.5	10.0	0.478	0.021	

Andropogon gayanus

94.95	4.7	0.411	0.011	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, coupe saison sèche, Mali
93.79	8.7	0.468	0.019	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, 1ere coupe, Mali
90.64	14.1	0.563	0.025	Projet CILLS/FAO, 1986, DMO in vitro, 2eme coupe, Mali
88.50	6.8	0.475	0.014	Breman & de Ridder (1991), stade génératif, DMO in vitro, Mali
88.50				Breman & de Ridder (1991), stade nécrotique, DMO in vitro, Mali

88.50	16.9	0.565	0.030	Breman & de Ridder (1991), réousse, DMO in vitro, Mali
	4.2			Bonachela Castaño (1995)
				Traoré (1995), 580 mm, N=0 kg, P = 0 kg, sable-limon, Mali, n=6
				Traoré (1995), 700 mm, N=0 kg, P = 0 kg, sable-limon, Mali, n=2
				Traoré (1995), 1140 mm, N=0 kg, P = 0 kg, sable-limon, Mali, n=2
	9.3			Traoré (1995), 580 mm, N=260 kg, P2O5= 180 kg, sable-limon, Mali, n=12
	3.3			Traoré (1995), 700 mm, N=260 kg, P2O5 = 180 kg, sable-limon, Mali, n=4
	3.9			Traoré (1995), 1140 mm, N=260 kg, P2O5 = 180 kg, sable-limon, Mali, n=4
93.83	4.1	0.428	0.009	Caboor (1977), DMO in vitro, n=3, Mali
92.10	10.6	0.435	0.024	Blair Rains (1963)
				Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=3, N= 0 kg
	10.0	0.528	0.019	Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=3, N= 40 kg
	8.8	0.539	0.016	Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=3, N= 80 kg
	9.4	0.535	0.018	Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=3, N= 120 kg
				Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=2, N= 0 kg
	3.6	0.486	0.007	Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=2, N= 40 kg
	5.0	0.515	0.010	Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=2, N= 80 kg
	6.8	0.515	0.013	Dieng et al. (1991), 500 - 900 mm, UF, n=2, N= 120 kg
91.4	7.7	0.497	0.015	

Annexe IV-6. Teneur moyenne en matière organique (MO, g kg⁻¹ MS), en matière organique digestible (MOD, g kg⁻¹ MO) et en azote (N, g kg⁻¹ MO) et rapport N/MOD des différents fourrages (suite)

tourteau de coton

MO	N	MOD	N/ MOD	observations
(%)	g kg ⁻¹ MO	kg kg ⁻¹ MO		

93.1	71.8	0.690	0.104	PSS, 1992, DMO in vitro
92.7	90.1	0.780	0.116	PSS, 1993, DMO in vitro
92.0	89.7	0.760	0.118	PSS, 1993, DMO in vitro
92.5	88.0	0.750	0.117	PSS, 1993, DMO in vitro
92.1	92.8	0.780	0.119	PSS, 1994, DMO in vitro
92.1	93.6	0.800	0.117	PSS, 1994, DMO in vitro
92.2	88.5	0.780	0.113	PSS, 1994, DMO in vitro
92.4	86.9	0.770	0.113	PSS, 1994, DMO in vitro
92.6	89.3	0.780	0.115	PSS, 1995, DMO in vitro
92.2	88.2	0.760	0.116	PSS, 1995, DMO in vitro
92.3	91.2	0.790	0.115	PSS, 1995, DMO in vitro
94.7	57.8	0.688	0.084	Capper et al. (1989), DMO in vivo, ovins, Syrie
93.0	77.4			Hennesy & Murison (1982), Australie
93.4	72.3			Spragg et al., (1986), Australie
94.0	46.9	0.613	0.076	Schlecht (1995), DMO in vitro (gaz test), Mali
92.6	71.9	0.690	0.104	Kaasschieter (1996); DMO in vitro
93.1	88.8	0.777	0.114	cet essai; DMO in vitro
92.9	78.4			Fomunyan & Mbomi (1989), Cameroun
93.6	72.1	0.720	0.100	Andrieu et al. (1989), France, DMO in vivo, ovins
92.8	80.8	0.746	0.108	

Parcours naturels

MO	N	MOD	N/ MOD	
(%)	g kg-1 MO	kg kg-1 MO		
	0.544	7.6	0.014	Mahler (1991); in vitro gaz test
	0.524	13.2	0.025	Mahler (1991); in vitro gaz test
	0.539	10.4	0.019	Schlecht (1996); in vitro gaz test
	0.519	16.7	0.032	Schlecht (1996); in vitro gaz test
	0.509	5.6	0.011	Richard et al. (1989); in vivo - moutons