

# Impact de rations comportant des fourrages de *Pterocarpus lucens*, *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus gnaphalocarpa* sur l'embouche ovine au Mali

H. Nantoumé<sup>1\*</sup>, S. Cissé<sup>1</sup>, P.S. Sow<sup>1</sup>, S. Sidibé<sup>1</sup>, A. Kouriba<sup>2</sup>, A. Olivier<sup>3</sup>, J. Bonneville<sup>3</sup> & D. Cinq-Mars<sup>3</sup>

**Keywords:** Average daily gain- Intake- Browse/tree forages- Food security- Mali

## Résumé

L'objectif de l'étude était de développer des techniques d'embouche ovine qui permettent d'accroître la sécurité alimentaire des petites exploitations agricoles en optimisant la contribution des fourrages ligneux. Les trois fourrages préférés, identifiés lors d'un test de préférence, ont été utilisés pour élaborer des rations d'embouche où ils remplaçaient totalement ou partiellement la fane d'arachide habituellement recommandée. Quarante-neuf béliers Djallonké âgés de 12 à 18 mois ont été vaccinés, déparasités, répartis en 7 lots égaux de poids similaire et alimentés individuellement avec l'une des 7 rations expérimentales: R1: témoin comportant 50% de tourteau de coton (TC) et 50% de fane d'arachide (FA); R2: 50%TC+25%FA+25% *Pterocarpus lucens*; R3: 50%TC+50% *Pterocarpus lucens*; R4: 50%TC+25%FA+25% *Ficus gnaphalocarpa*; R5: 50%TC+50% *Ficus gnaphalocarpa*; R6: 50%TC+25%FA+25% *Pterocarpus erinaceus*; R7: 50%TC+50% *Pterocarpus erinaceus*. Les ingestions ont varié de 796,8 à 1028,3 g/j ce qui représente 3,2 à 3,9 kg par 100 kg de poids corporel. Les gains de poids ont fluctué de 81,3 à 133,7 g/j. L'efficacité économique, calculée à partir du ratio gain de poids sur charges variables, était faible.

## Summary

### Impact of Rations Containing Fodders from *Pterocarpus lucens*, *Pterocarpus erinaceus* and *Ficus gnaphalocarpa* on Sheep Fattening in Mali

The objective of this study was to develop sheep fattening rations that will increase food security of small sized farms while optimizing the contribution of fodder trees. The preferred species identified during a palatability trial were used to make sheep fattening rations by substituting partially or totally the usually recommended groundnut hay. Forty-nine Djallonké rams 12 to 18 months old were vaccinated, dewormed, divided into 7 groups of similar weight and fed individually with one of the 7 experimental diets for 74 days, after two weeks of adaptation: R1: control; 50% cotton seed meal (TC) and 50% groundnut hay (FA); R2: 50%TC+25%FA+25% *Pterocarpus lucens*; R3: 50%TC +50% *Pterocarpus lucens*; R4: 50%TC+25%FA+25% *Ficus gnaphalocarpa*; R5: 50%TC+50% *Ficus gnaphalocarpa*; R6: 50%TC+25%FA+25% *Pterocarpus erinaceus*; R7: 50%TC+50% *Pterocarpus erinaceus*. Intakes fluctuated from 796.8 to 1028.3 g/j, which is 3.2 to 3.9 kg per 100 kg of body weight. Weight gains varied from 81.3 to 133.7 g/j. Economic efficiency, calculated from the ratio weight gain/variable costs, was low.

<sup>1</sup>Institut d'Économie Rurale, Laboratoire de Nutrition Animale, Bamako, Mali.

<sup>2</sup>Comité National de la Recherche Agricole, Bamako, Mali.

<sup>3</sup>Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Québec, Canada.

\*Auteur correspondant: Email: hamidou.nantoume@yahoo.fr

Reçu le 11.08.16 et accepté pour publication le 12.12.17

## Introduction

Au Mali, les pâturages constituent la base de l'alimentation des animaux d'élevage. Ces pâturages connaissent au cours des saisons une double fluctuation (qualitative et quantitative) dont la durée et les caractéristiques varient en fonction des zones bioclimatiques.

En zone soudanienne, par exemple, la saison pluvieuse, qui dure de juin à octobre, est caractérisée par des pâturages au fourrage abondant et de bonne qualité. En saison sèche froide (novembre à février), les fourrages restent disponibles en quantité suffisante, mais leur valeur alimentaire devient faible à cause de leur lignification. Pendant la saison sèche chaude (mars à mai), la quantité et la qualité du fourrage disponible dans les pâturages deviennent faibles.

En saison sèche, la plupart des pailles de graminées des pâturages tropicaux et certains résidus de céréales sont pauvres en protéines. Pendant cette période, les ressources fourragères ligneuses occupent une place essentielle dans l'alimentation des ruminants. La plupart des espèces fourragères ligneuses conservent en effet des feuilles vertes pendant une bonne partie ou l'entièreté de la saison sèche (13). De plus, ces feuilles vertes et d'autres organes comme les jeunes rameaux, les inflorescences et les fruits, également prélevés par le bétail, ont des teneurs en nutriments, particulièrement en azote, qui restent élevées durant la saison sèche (29). Cependant, des études ont montré que plusieurs de ces fourrages ligneux renferment des substances anti-nutritionnelles qui affectent la préférence, l'ingestion et la digestibilité et, par conséquent, les performances des animaux qui les ingèrent.

Divers travaux de recherche ont été conduits sur l'embouche des petits ruminants aussi bien en conditions paysannes (18, 32) que dans un contexte contrôlé (4, 20, 21, 23). Des recommandations sur les meilleures rations pour l'embouche ovine ont donc pu être émises, notamment pour le Mali, dans un rapport issu d'une série d'études échelonnées sur cinq ans, ainsi que dans une fiche technique (22). Cependant, les rations permettant une production élevée de viande ne sont pas toujours à la portée des petits exploitants et en particulier des femmes dont le pouvoir d'achat est généralement très faible. L'utilisation de fourrages ligneux, dont le coût est souvent inférieur à des ingrédients comme la fane d'arachide, pourrait aider à contrer ce problème. L'utilisation de ces fourrages dans les rations de production de viande nécessite toutefois un approfondissement des connaissances sur leur accessibilité à certaines périodes de l'année, leur richesse en matières azotées totales et leur teneur en substances anti-nutritionnelles notamment.

L'objectif général de cette étude était d'améliorer la production de viande ovine en utilisant des rations incorporant des fourrages ligneux. Les objectifs spécifiques étaient de:

- Déterminer l'efficacité des rations alimentaires incorporant différents taux de fourrages ligneux sur les performances pondérales des ovins;
- Identifier, parmi celles-ci, les rations d'embouche économiquement rentables.

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude

L'essai a été réalisé de septembre à décembre 2012 au Laboratoire de Nutrition Animale, Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA) de Sotuba de l'Institut d'Économie Rurale. Le CRRRA de Sotuba est situé à 12°56' de latitude Nord et 7°32' de longitude Ouest, à une altitude de 326 m. Le climat est de type soudano-sahélien avec deux saisons: une pluvieuse de juin à octobre et une sèche de novembre à mai, qui se subdivise en une période froide de novembre à février et une période chaude de mars à juin. Les précipitations varient entre 1.000 et 1.200 mm et les températures moyennes mensuelles oscillent entre 30 °C en août et 37,7 °C en mars.

### Animaux

Au total, 49 béliers entiers, de race Djallonké, âgés de 12 à 18 mois (2 pinces d'adultes) et d'un poids moyen de 22±1 kg, achetés à Bamako, ont été utilisés. Ils ont été vaccinés contre la pasteurellose et la peste des petits ruminants. Pour le déparasitage, chaque mouton a reçu 1 ml d'Ivomec-D (ivermectine plus clorsulon) de Merial, ainsi qu'un demi-comprimé d'Albendazole 250 mg Bolus de ZDHF Pharmaceuticals, dont une deuxième dose a été donnée dix jours plus tard. Un suivi sanitaire régulier a aussi été fourni aux animaux par un vétérinaire. Les moutons ont été répartis en lots placés dans différents compartiments d'un même bâtiment. Tous les lots étaient similaires entre eux en ce qui a trait au poids moyen des moutons. Une randomisation totale par tirage au sort a été effectuée pour attribuer les différentes rations entre les lots de moutons. Chaque mouton était attaché à un piquet par une corde nouée autour d'une de ses pattes avant et a eu accès à une mangeoire.

Des fiches individuelles de collecte d'informations journalières ont été utilisées. Le test a duré 74 jours précédés de 14 jours d'adaptation aux conditions environnementales et alimentaires. Les moutons ont été pesés à leur arrivée, puis au début du test et tous les 14 jours, y compris à la fin de l'expérience.

### Formulation des rations

La fane d'arachide a été remplacée totalement (50% de fourrages ligneux) ou partiellement (25% de ligneux) dans les rations comportant par ailleurs 50% de tourteau de coton. Ainsi, 3 espèces fourragères x 2 taux d'incorporation x 7 béliers / ration (dont une ration témoin) ont servi pour le présent test.

Les compositions des rations étaient les suivantes:

- R1: témoin, 50% de tourteau de coton (TC) et 50% de fane d'arachide (FA);
- R2: 50%TC+25%FA+25% *Pterocarpus lucens*;
- R3: 50%TC + 50% *Pterocarpus lucens*;
- R4: 50%TC+25% FA+25% *Ficus gnaphalocarpa*;
- R5: 50%TC+50% *Ficus gnaphalocarpa*;
- R6: 50%TC+25%FA+25% *Pterocarpus erinaceus*;
- R7: 50%TC+50% *Pterocarpus erinaceus*.

### Distribution d'aliments et abreuvement

La distribution d'aliments et l'abreuvement des moutons ont été effectués quotidiennement.

Les moutons ont eu un libre accès à la pierre à lécher KNZ Universal rouge composée de NaCl (99%), Mg (0,2%), Fe (3.000 ppm), Mn (830 ppm), Zn (810 ppm), Cu (220 ppm), I (50 ppm) et Co (18 ppm). Une prise d'échantillon hebdomadaire de chaque espèce a été effectuée sur les fourrages frais et sur les refus des moutons.

### Analyses chimiques

La matière sèche totale de chaque espèce a été déterminée. La teneur en cendre totale a été obtenue par calcination de la matière sèche à 550 °C pendant une nuit. L'azote total a été déterminé à l'aide de la méthode Kjeldahl. La matière grasse a été extraite de l'échantillon dans un extracteur de type Soxhlet par l'hexane. Après minéralisation sur plaque, les quantités de calcium, de potassium et de sodium ont été estimées à l'aide d'un photomètre à flamme.

La teneur du phosphore des échantillons a été obtenue suite à la détermination de sa densité optique par le Spectronic 21. La méthode de Van Soest et la procédure AOCS Ba 6a-05 avec des sacs filtrants F57 ont permis de déterminer la teneur en constituants pariétaux (NDF, Fibre au Détergent Neutre, et ADF, Fibre au Détergent Acide) par Ankom 200/220 *Fiber Analyzer*. Les teneurs en NDF et ADF ont été déterminées successivement sur les mêmes échantillons. La cellulose brute des différents échantillons de fourrages offerts a été déterminée suite à un traitement à l'acide sulfurique et à l'hydroxyde de sodium suivi d'un filtrage des résidus dans des creusets de Gooch contenant du sable.

Une détermination des taux de celluloses brutes par la méthode AOAC (3) (*AOCS Approved Procedure Ba 6a-05*) a ensuite permis la comparaison des échantillons d'aliments offerts et des refus. La détermination des tanins a été effectuée par l'utilisation de la vanilline acidifiée selon la méthode décrite par Richard et Jones (27). Le Genesys 10 S UV-VIS a servi à la lecture de la densité optique des tanins.

### Abattage et rendements carcasses

À la fin du test, trois moutons ont été retenus dans chaque lot par tirage au sort pour la détermination des rendements carcasses. Ceux-ci ont été déterminés pour chaque mouton par le rapport du poids de la carcasse sur le poids vif de l'animal avant l'abattage, et exprimés en pourcentage.

### Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont porté sur les moyennes des différentes variables. Pour les mesures répétées, elles ont été effectuées par analyse de variance de la procédure Mixed du logiciel SAS (30). Pour les données relatives au rendement carcasse, elles ont été analysées par la procédure GLM du logiciel SAS (30).

Des données ont été collectées pour l'analyse économique de l'essai d'embouche.

Les principales ont été le prix d'achat et le poids des béliers au début et à la fin de l'essai, le prix de vente des animaux sur pied ou de la viande, le prix de tous les intrants utilisés dans l'expérimentation, à savoir les aliments (tourteau, fane d'arachide, fourrages et eau), les produits vétérinaires et les consommables (sachets plastiques, savon, cordes et autres), le coût de la main-d'œuvre employée pour la collecte et la distribution des aliments et autres travaux connexes, le prix du matériel utilisé et son amortissement, les soins vétérinaires et les frais de gardiennage. L'approche budget a été adoptée pour l'analyse des données économiques. Le budget a inclus pour chaque ration les charges variables et fixes, les coûts de production, les produits, les gains de poids et l'indicateur de performance économique ou l'efficacité économique. Les charges variables comprenaient les coûts de l'alimentation, des produits et soins vétérinaires et des consommables.

Les charges fixes ont pris en compte les coûts des équipements et de leurs amortissements, ainsi que les coûts de gardiennage. L'efficacité économique pour chaque ration alimentaire a été déterminée par le ratio gain de poids sur charges variables.

Les coûts de production (charge et produit) ont fait l'objet d'une analyse de variance en utilisant le dispositif de la randomisation totale et les mesures répétées du logiciel SAS (30).

## Résultats

### Composition chimique et valeur alimentaire des rations

La teneur en MS des fourrages ligneux était beaucoup plus faible que celle de la fane d'arachide et du tourteau de coton (Tableau 1). Le tourteau de coton avait une teneur élevée en protéines brutes (teneur N\*6,25) et en lipides, mais une faible concentration en calcium comparé aux autres ingrédients utilisés dans cet essai (Tableau 1). Le *Ficus gnaphalocarpa* avait une teneur élevée en cendres, mais un faible taux de phosphore, tout comme la fane d'arachide.

### Ingestion d'aliments, gain de poids et indice de consommation

Les GMQ (Tableau 2) n'étaient significativement différents, ni en fonction des rations ( $P=0,0525$ ) ni en fonction des périodes ( $P=0,2945$ ). Les gains pondéraux obtenus vont de 81,3 g/j avec la ration contenant 50% de *P. erinaceus* à 133,7 g/j pour celle à 50% de *F. gnaphalocarpa*.

Une interaction significative a été observée entre les périodes et les rations pour la consommation volontaire de matière sèche (CVMS) ( $P=0,0246$ ) (Tableau 2).

Des différences significatives ont été observées entre les indices de consommation en fonction des périodes ( $P=0,0342$ ). Les plus bas indices de consommation ont été observés lors des deux premières périodes. Ils n'étaient toutefois pas différents de ceux des troisième et cinquième périodes, mais seulement de celui de la quatrième période, qui était parmi les plus élevés du test. Il n'existe toutefois pas de différences significatives entre les indices de consommation (Tableau 2) en fonction des différentes rations ( $P=0,6389$ ). Ils ont été en moyenne de 7,6 pour la ration témoin et 12,5 pour celle à 50% de *P. erinaceus*.

### Rendements carcasses des ovins Djallonké en fonction des rations

Des différences significatives ( $P=0,0112$ ) dans le rendement des carcasses chaudes en fonction des rations ont été observées. Elles sont rapportées à la figure 1. Le rendement carcasse des ovins alimentés avec les rations à 25% de *Pterocarpus lucens* et 50% de *Pterocarpus erinaceus* ont été inférieurs à ceux des rations à 25% de *Ficus gnaphalocarpa* et 25% de *Pterocarpus erinaceus*, ainsi qu'au témoin, mais semblables à tous les autres.

### Analyse de l'efficacité économique des rations

Aucune analyse de la rentabilité n'a été réalisée compte tenu du contexte expérimental (essai en station) qui a fait en sorte que les achats et les ventes des moutons par l'Institut d'Économie Rurale n'ont pas été faits en véritable situation de marché compétitif.

Les résultats de l'essai montrent toutefois dans l'ensemble que toutes les rations étudiées ont généré des gains de poids. Les gains de poids réalisés varient de 6,66 à 9,93 kg selon les rations (Tableau 3). Une analyse de la dominance a été effectuée pour identifier les rations les plus performantes, c'est-à-dire celles qui génèrent le meilleur gain de poids à un coût moindre. Une ration est dite dominée si elle génère un gain faible pour un coût élevé.

Les rations les plus performantes en gain de poids par bélier sont respectivement R5, R3 et R4 (Tableau 3). En termes de bénéfices nets dégagés, les plus élevés sont obtenus avec les rations R4, R3, R7 et R5. L'efficacité économique calculée à partir du ratio gain de poids sur charges variables indique un ratio faible pour toutes les rations (ratio < 1).

**Tableau 1**  
Composition chimique (base MS) des ingrédients des rations d'embouche.

Paramètres	<i>Pterocarpus lucens</i>	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Tourteau de coton	Fane d'arachide
Matière sèche (%)	41,76	29,58	34,82	97,60	92,50
Protéines brutes (%)	15,98	13,94	17,17	31,57	17,09
Matière grasse (%)	2,36	1,77	2,96	10,68	2,18
Cendres (%)	4,59	16,53	5,69	5,53	7,95
Matière organique (%)	95,41	83,47	94,31	94,47	92,05
Cellulose brute (%)	30,25	23,63	39,47	19,57	31,95
Énergie brute (kcal)	4548	3337	4520	4770	3987
Calcium (%)	0,71	1,81	0,94	0,08	0,82
Phosphore (%)	0,81	0,19	0,82	0,70	0,07
Sodium (%)	0,75	1,15	0,83	0,82	0,69
Potassium (%)	1,34	1,42	1,53	1,08	1,55
NDF (%)	47,41	29,87	59,25	35,95	33,08
ADF (%)	37,23	19,11	39,69	26,66	28,36
Tanins (g/kg)	4,27	8,86	1,40	0,81	0,00

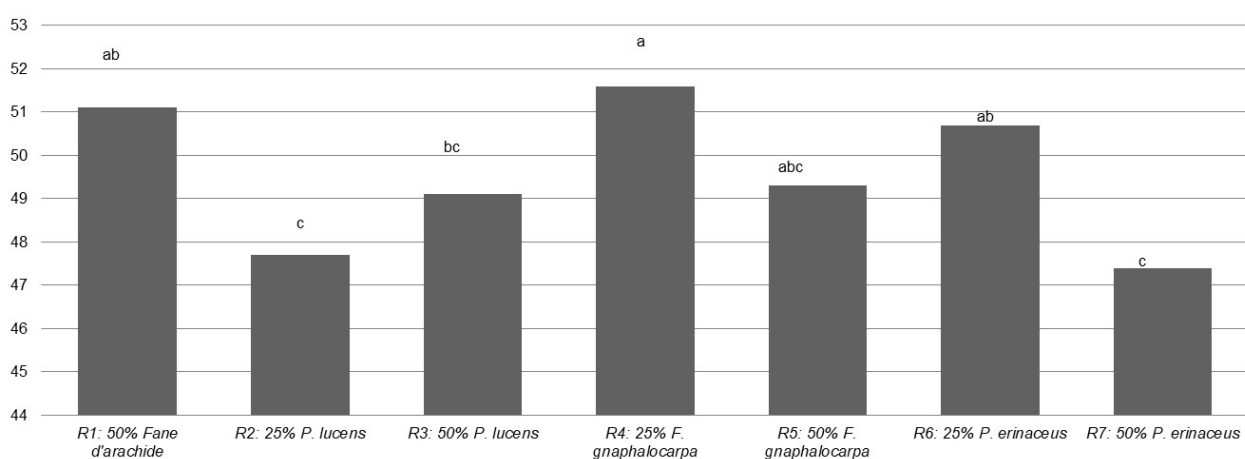
**Tableau 2**  
Performances pondérales et consommations volontaires de matière sèche des ovins de la race Djallonké alimentés avec les différentes rations à l'étude.

Périodes	Rations							Valeurs P		SEM	
	R1. 50% FA témoin	R2. 25% <i>P. lucens</i>	R3. 50% <i>P. lucens</i>	R4. 25% <i>F. gnaphalocarpa</i>	R5. 50% <i>F. gnaphalocarpa</i>	R6. 25% <i>P. erinaceus</i>	R7. 50% <i>P. erinaceus</i>	Ration	Période	Ration * période	
Gain moyen quotidien (GMQ) g/j								0,0525	0,2945	0,124	0,062
GMQ/ration	109,7	105,2	115	114,1	133,7	99,1	81,3				
GMQ Moyen	108,3										
Consommation volontaire de matière sèche (CVMS) g/j								0,0005	<0,0001	0,0246	0,061
P 1	718,6 <sup>cb</sup>	809,0 <sup>cb</sup>	802,4 <sup>bcB</sup>	918,0 <sup>abA</sup>	958,3 <sup>ac</sup>	915,7 <sup>abA</sup>	844,1 <sup>abcA</sup>				
P 2	802,2 <sup>ca</sup>	900,2 <sup>bcA</sup>	842,7 <sup>bcAB</sup>	957,4 <sup>ba</sup>	1109,1 <sup>aA</sup>	957,3 <sup>abcAB</sup>	995,5 <sup>ba</sup>				
P 3	815,0 <sup>caB</sup>	896,9 <sup>bcA</sup>	865,4 <sup>abcAB</sup>	938,3 <sup>abcA</sup>	1037,9 <sup>ab</sup>	887,9 <sup>abcAB</sup>	977,3 <sup>abA</sup>				
P 4	810,7 <sup>caB</sup>	883,3 <sup>ba</sup>	910,1 <sup>abcA</sup>	912,9 <sup>abcA</sup>	1000,1 <sup>ac</sup>	857,9 <sup>bcB</sup>	1006,2 <sup>aA</sup>				
P 5	837,6 <sup>da</sup>	898,0 <sup>cdA</sup>	917,1 <sup>cdA</sup>	945,4 <sup>bcA</sup>	1036,3 <sup>ab</sup>	897,0 <sup>cdA</sup>	1024,3 <sup>abA</sup>				
Moy/tête	796,8	877,5	867,5	936,2	1028,3	903,1	969,5				
Moy.(% PV)	3,2	3,4	3,3	3,6	3,9	3,6	3,7				
Indice de consommation ou conversion alimentaire (I.C. = CVMS/GMQ)								0,639	0,0342	0,174	0,064
Moy.	7,6	9,5	8,8	9,8	9,5	11,8	12,5				

<sup>abc</sup>, les moyennes d'une même ligne auxquelles ont été attribuées des lettres minuscules différentes en exposant sont différentes à  $p < 0,05$  (procédure Mixed de SAS).

<sup>ABC</sup>, les moyennes d'une même colonne auxquelles ont été attribuées des lettres majuscules différentes en exposant sont différentes à  $p < 0,05$  (procédure Mixed de SAS),

SE= Moyenne de l'erreur standard. FA: fane d'Arachide. Moy.= Moyenne numérique, %PV= % poids vif.



<sup>abc</sup>, les rendements moyens auxquels ont été attribués des lettres sont identiques à  $p < 0,05$  (procédure GLM de SAS).

**Figure 1:** Les rendements carcasses des ovins Djankollé en fonction des rations.

**Tableau 3**  
Analyse économique de l'essai d'embouche ovine en station à Sotuba.

Désignation	Rations alimentaires						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Nombre béliers, début essai	7	7	7	7	7	7	7
Nombre béliers, fin essai*	7	7	6	6	7	7	5
Poids bélier à l'achat, kg	21,08	21,64	21,5	22	21,79	22,57	23,6
Prix bélier à l'achat, FCFA	40400	40400	40400	40400	40400	40400	40400
Poids bélier à la vente, kg	29	30	31,67	30,33	31	28	29,33
Poids carcasse/bélier, kg	14,83	14,3	15,57	15,63	15,3	14,17	13,9
Prix kg viande, FCFA	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
<b>Produits</b>							
Vente carcasse, FCFA	34109	32890	35811	35949	35190	32591	31970
Vente têtes béliers, FCFA	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Vente boyaux, FCFA	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500
Vente de la peau, FCFA	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Total Produits, FCFA	44609	43390	46311	46449	45690	43091	42470
<b>Charges variables</b>							
Coût alimentation, FCFA	14374	19493	20502	12601	24585	19461	21840
Coûts produits vétérinaires, FCFA	878	878	878	878	878	878	878
Coût soins vétérinaires, FCFA	1217	1605	988	1097	1011	1288	1040
Charges variables totales, FCFA	16469	21975	22368	14575	26474	21627	23757
Coût main d'œuvre, FCFA	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333
Amortissement matériels, FCFA	3490	3490	2991	2991	3490	3490	2493
Total charges fixes, FCFA	6823	6823	6324	6324	6823	6823	5826
Charges totales, FCFA	19959	25465	25359	17566	29964	25117	26250
Bénéfice brut, FCFA	36609	35390	39454	39592	37690	35091	36756
Bénéfice net, FCFA	33119	31900	36463	36601	34200	31601	34263
Gain de poids/bélier, kg	8	7,71	8,58	8,43	9,93	7,79	6,6
Gain de poids/ration, kg	56	53,97	51,48	50,58	69,51	54,53	33
Ratio efficacité: (GP/CV)*100	0,34	0,25	0,23	0,35	0,26	0,25	0,14
* morts d'animaux décelées							
Charges totales= charges variables + charges fixes							
Bénéfice brut= produit - charges variables							
Bénéfice net= marge brute – charges fixes							
(GP/CV)*100= gain de poids/charges variables * 100							

## Discussion

### Composition chimique et valeur alimentaire des rations

Bien qu'elle constitue la base de l'évaluation de la valeur nutritive, la détermination de la composition chimique des aliments n'est pas suffisante pour évaluer leur qualité. Même si elle permet de donner une idée sur les nutriments que contient un aliment, le plus important est la partie digérée laquelle, après absorption, reste disponible à l'animal pour la satisfaction de ses besoins d'entretien et de production.

La teneur en cendres du *Ficus gnaphalocarpa*, à 16,5%; était deux à trois fois plus élevée que celle des autres ingrédients des rations. Il est peu probable que cette situation soit attribuable à une contamination, puisque d'autres études rapportent des teneurs en cendres qui sont du même ordre de grandeur que ce qui est rapporté dans la présente étude.

En effet, Shenkute *et al.* (31) rapportent des teneurs de 18,9%, alors que Nantoumé *et al.* (24) ont obtenu 14,5% de cendres pour la même espèce.

Par ailleurs, les fourrages ligneux sont réputés contenir des teneurs élevées en substances anti-nutritionnelles qui entravent la digestibilité et par conséquent l'ingestion et les performances des animaux qui en absorbent de grandes quantités. Dans la présente étude, ni la consommation moyenne totale toutes périodes confondues, ni les GMQ, ni les indices de consommations n'ont été significativement affectés par les rations. Sur cette base, les niveaux de substances anti-nutritionnelles comme les tanins (Tableau 1) n'ont pas semblé suffisamment élevés pour affecter ces paramètres.

La teneur en protéines brutes des fourrages ligneux étudiés, qui a varié de 14 à 17%, était similaire à celle de la fane d'arachide. Les concentrations en protéines brutes étaient différentes en fonction des ingrédients des rations. En effet, le tourteau de coton contenait environ deux fois plus de protéines, soit près de 32%, que les autres ingrédients des rations, dont la teneur en protéines variait entre 14 et 17%. L'objectif de cette étude n'était toutefois pas de comparer des rations iso-protéiniques, mais de tester des rations expérimentales à base de ligneux fourragers pour déterminer dans quelle mesure ces ligneux peuvent ou non contribuer à améliorer certains aspects de la sécurité alimentaire.

Les différences de concentration en matières grasses des rations sont dues aux différences de teneur en gras des aliments qui les ont constituées (28).

Les concentrations en minéraux (Ca, Na et K) étaient elles aussi différentes pour chacun des ingrédients alimentaires composant les différentes rations du test, et présentaient des interactions significatives.

Baumont *et al.* (6), de même que Gueguen *et al.* (12), ont eux aussi constaté des différences de concentrations minérales dans divers aliments. Selon eux, les aliments ou la ration alimentaire des animaux déterminent la disponibilité pour absorption des éléments minéraux. La teneur des minéraux tels que P, Ca, Na et K a changé avec le temps dans les aliments offerts aux ovins. Ces différences peuvent être dues au stade de développement au cours duquel les feuilles des ligneux ont été récoltées ou à la différence de qualité des sols ayant supporté les différents ligneux collectés (7). Néanmoins, il est possible que l'impact zootechnique de la concentration minérale des différents ligneux de la présente étude ait été minimisé par la complémentation minérale offerte aux moutons sous forme de pierre à lécher (5). L'interaction constatée indique que les concentrations des ligneux en minéraux n'allaient pas dans le même sens en fonction des périodes. Au fur et à mesure du déroulement de l'expérience, certains ligneux voyaient leur teneur en minéraux augmenter ou rester stable, alors que d'autres voyaient leur teneur baisser. Ces changements pourraient être dus au fait que le présent test n'a pas pris en considération le stade de végétation des arbres et leurs provenances, qui peuvent être d'importantes sources de fluctuation des concentrations en nutriments. Il est possible que cette variation dans le temps puisse expliquer partiellement la différence de CVMS observée entre les périodes ainsi que les interactions (ration x période) observées pour ce paramètre.

### Consommation de matière sèche

Les ingestions totales de MS, exprimées en pourcentage de poids vif, ont varié de 3,2 à 3,9 kg par 100 kg de poids vif. Ce niveau d'ingestion est similaire ou légèrement supérieur à ceux rapportés par Nantoumé *et al.* (20), Dehoux et Hounsouvé (10), Ballo *et al.* (5) et Bacayoko (4), qui oscillent entre 2,6 et 3,5 kg par 100 kg de poids vif pour diverses rations d'engraissement. Ce niveau est cependant inférieur à celui rapporté par Thys (33), qui était de 5,2 kg MS par 100 kg de poids vif pour des moutons nourris exclusivement de coques de graines de coton et d'un aliment composé à 95% de tourteau de coton.

La CVMS des ovins obtenue avec la ration témoin dans chacune des périodes était constamment parmi les plus basses du test, même si, en moyenne, pour toutes périodes confondues, les CVMS ne sont pas différentes significativement.

Or, en raison des teneurs moins élevées en ADF (27,5%) et en tanins (0,405 g/kg MS) de cette ration, on aurait pu s'attendre à une ingestion accrue par les moutons (13, 14).

Au cours du présent test, les ovins ont possiblement rencontré des difficultés pour ingérer les parties les plus lignifiées de la fane d'arachide. Cet aliment a en effet été servi tel qu'il est vendu sur les marchés sous forme de tiges feuillues séchées, contrairement aux ligneux qui ont été offerts uniquement sous forme de feuilles. Les résultats d'analyse des refus de la fane d'arachide (données non présentées) confirment un taux plus élevé de cellulose dans ces refus (33,3%) que dans les échantillons du même aliment offert aux ovins (24%).

Ainsi, l'écart dans le pourcentage de cellulose brute entre la fane d'arachide servie et la fane d'arachide refusée était de 9,3%, contre un écart de 0% (24,5% servie et 24,5% refusée) pour le tourteau de coton, -0,4% (35,6% servie contre 35,2% refusée) pour le *P. erinaceus*, 0% (29,6% servie contre 29,6% refusée) pour le *P. lucens* et 1,1% (16,9% servie contre 18,0% refusée) pour le *F. gnaphalocarpa*, soit des valeurs sensiblement identiques.

Les CVMS des différentes rations ont en général connu une augmentation graduelle au cours du test. Mais cette augmentation correspond à une diminution de l'indice de consommation. Cette tendance a été constatée dans chacun des groupes d'animaux soumis aux différentes rations. Ainsi, lors de la première période, la CVMS de la ration témoin a été de 719 g/j, correspondant à une consommation de 3,2 g/kg de poids vif accumulé. Cette CVMS a connu une augmentation au cours du test, pour atteindre 838 g/j en fin de test, période durant laquelle cette consommation, rapportée au poids vif, est la plus basse; soit 2,9 g/kg de poids vif. Les accroissements des ingestions peuvent être dus à un effet d'adaptation ou à l'augmentation du poids des animaux et donc à celle de leurs besoins alimentaires (14).

Une interaction significative a été observée entre les périodes et les rations pour la CVMS. Cette interaction semble surtout s'expliquer par les résultats obtenus pour la ration à 50% de *Ficus gnaphalocarpa*. Une diminution de sa CVMS (1.000 g/j) a en effet été remarquée à la quatrième période du test. Cette CVMS était alors moins importante que celles de toutes les autres périodes, à l'exception de celle de la première période qui lui était similaire (958 g/j). Cette interaction entre les périodes pour la CVMS de cette ration pourrait s'expliquer par les fluctuations de son taux de matière sèche.

En effet, le *Ficus gnaphalocarpa* contient du latex et est donc sujet à une exsudation (6) entraînant une déshydratation rapide de ses feuilles. Or, le taux moyen de matière sèche des feuilles fraîches de *Ficus gnaphalocarpa* offertes durant la quatrième période était de 33,7%. Ce taux était le plus faible pour ce ligneux durant le test. Celui de la première période, à 34,3%, était faible lui aussi. À l'opposé, le taux de MS le plus élevé était celui de la seconde période (39,9%).

Or, c'est aussi au cours de cette période que la CVMS la plus importante a été mesurée, soit 1.109 g/j. Ces résultats suggèrent donc qu'une teneur plus faible en matière sèche de *Ficus gnaphalocarpa* diminue la CVMS. Cette diminution de consommation alimentaire pourrait s'expliquer par l'abondance de latex dans les feuilles fraîches. Il est connu que l'immersion dans le rumen des constituants alimentaires qui s'hydratent moins lors de la mastication, comme le latex, est plus lente, entraînant un encombrement plus important du rumen et limitant ainsi la prise alimentaire (16). Cinq-Mars (9) a aussi rapporté dans une revue de la documentation scientifique chez des ovins une diminution de la consommation alimentaire d'ensilages avec l'accroissement de l'humidité.

Les CVMS obtenues, qui vont de 813 à 1.337 g/j, sont assez proches de celles signalées par Kiema *et al.* (16), soit de 804 à 1.112 g/j avec des béliers de race sahélienne âgés de 8 à 10 mois en milieu paysan. Les CVMS obtenus par Nantoumé *et al.* (24) sont également assez proches des résultats présents. Lors de leur test, les moutons Maures, alimentés avec le tourteau de coton (61%) et la paille de sorgho (39%), ont consommé 1.138 g/j, alors que ceux recevant la ration composée de paille de brousse (40%) et de tourteau de coton (60%) ont consommé 1228 g/j. Il est généralement admis que la quantité d'aliments quotidiennement consommée par un agneau représente approximativement 3,1% de son poids corporel, selon Boujenane (7); ou 2,5 kg par 100 kg de poids vif (17). La CVMS calculée des ovins Djallonké du présent test aurait donc dû être de 0,93 kg/j en appliquant cette norme. Cela est assez proche de la moyenne de 0,91 kg/j effectivement ingérée par les ovins.

#### **Gain de poids et indice de consommation**

Les gains de poids obtenus au cours des essais d'engraissement sont très variables et dépendent de plusieurs facteurs dont les principaux sont la race, l'âge, la ration et la durée de l'engraissement. Les GMQ obtenus au cours de cette étude ont été en moyenne de près de 108 g/j (81 à 134 g), similaires à ce que l'on rapporte dans plusieurs études (1, 4, 5). Bourzat *et al.* (8) ont rapporté des GMQ de 73 à 133 g avec des moutons Mossi et Peul au Burkina Faso. Dehoux et Hounsou-vé (10) rapportent un GMQ de 106 à 118 g pour des moutons Djallonké et Foulani âgés de 14 à 20 mois en 5 semaines d'engraissement avec une ration composée de céréales (mil et maïs), de graines de coton et de fourrage frais. Kamissoko *et al.* (14) ont rapporté des GMQ de 91 à 107 g avec des moutons Djallonké nourris avec des rations contenant 20 ou 0% de fane d'arachide (FA), 60% d'aliment bétail HUICOMA et 20 ou 40% d'un mélange de fourrage de *Ficus gnaphalocarpa* et de graines de *Piliostigma reticulatum*.



Un GMQ de 122,4 g a été obtenu par Thys (33) suite à une embouche au cours de laquelle les béliers étaient nourris avec des coques de graine de coton et un aliment composé de 95% de tourteau de coton. Les animaux complémentés ont réalisé des GMQ de 128,7 g; 168,2 g et 207,3 g pour les moutons âgés de 12,5-14,5; 5-8, et 3-5 mois respectivement, et 231,7 g pour ceux nourris au concentré (2), soit des GMQ supérieurs à ceux de la présente expérience. Les tendances ( $P=0,0525$ ) observées dans les GMQ peuvent difficilement être attribuées aux teneurs en protéines des rations.

En effet, celles-ci se situaient entre 23 et 24% pour les différentes rations et étaient donc similaires entre elles tout en étant largement au-dessus des besoins nutritionnels pour des animaux ayant ce gain de poids (25).

Par ailleurs, les fourrages ligneux sont réputés contenir des teneurs élevées en substances anti-nutritionnelles qui entravent la digestibilité et par conséquent l'ingestion et les performances des animaux qui en absorbent de grandes quantités. Dans la présente étude, les rations R3 et R5 sont celles qui contenaient le plus de tanins, si on se fie à leur dosage (Tableau 1). Pourtant les analyses statistiques démontrent que ce sont ces deux traitements qui ont eu tendance ( $P=0,0525$ ) à avoir des GMQ supérieurs aux autres (Tableau 2). La consommation de matière sèche n'a pas non plus été affectée à la baisse, comparativement aux autres traitements. Il est donc possible d'avancer que les niveaux de substances anti-nutritionnelles comme les tanins (Tableau 1) n'ont pas semblé suffisamment élevés pour affecter ces paramètres. Bien qu'aucun comptage d'œufs de parasites n'ait été effectué et que les animaux à l'étude aient été vermifugés, il est possible que les parasites présents chez les moutons du projet aient été résistants au vermifuge employé, car de plus en plus de cas de résistance aux parasites sont rapportées. À cet égard, Engstrom *et al.* (11) rapportent que certains tanins ont un effet antiparasitaire démontré. Il est possible que la plus forte teneur en tanins de ces rations ait permis d'éliminer une partie des parasites internes chez les ovins de cette étude. D'autres études sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse. Comparées sur la base de l'indice de consommation, les rations ont montré des différences pour ce paramètre, mais celles-ci n'étaient pas significatives ( $P>0,05$ ). Les indices de consommation des races ovines des climats tempérés sont meilleurs que ceux du présent test. En effet, Boujenane (7) a signalé au Maroc des indices de consommation de 5,7 pour des agneaux de race pure et 5,4 pour des agneaux croisés. La tendance des résultats du présent test, soit de 7,6 à 12,5; est cependant similaire à celle de Kamissoko *et al.* (14) avec des moutons de même race.

Ces auteurs ont en effet obtenu un indice de consommation de 8,6 avec une ration contenant 40% de fane d'arachide et 60% d'aliment à bétail HUICOMA, et un indice de 9,1 avec une ration contenant 40% de *Ficus gnaphalocarpa* et 60% d'aliment à bétail HUICOMA. Les résultats du présent test ne sont pas très différents également de ceux de Pitala *et al.* (26), qui ont signalé des IC de 10 à 12 suite à leurs essais sur les moutons Djallonké. Ils sont proches aussi des IC obtenus par Nantoumé *et al.* (24) dans leur essai d'alimentation des moutons Maures, soit 9,18 à 12,2, ainsi que de l'IC moyen de 12,3 obtenu par Alkoiret *et al.* (1). Il en est de même des résultats de Kiema *et al.* (16), dont les IC varient de 9,6 à 11,3; en fonction des rations. Cependant, l'indice de 20,7% obtenu avec leur ration témoin était plus élevé que ceux du présent test. Elle comportait toutefois un fort taux d'éléments grossiers, avec 20% de fane de niébé, 40% de tourteau de coton, 30% de tiges de sorgho et de petit mil et 10% de paille naturelle.

Dans la présente étude, et après transformation logarithmique pour obtenir une homogénéité de la variance, les IC se sont légèrement détériorés en cours d'expérience à en juger par des différences significatives entre les périodes (Tableau II). Puisque les CVMS ont augmenté en cours d'étude pour un même GMQ, il était prévisible d'observer ce phénomène.

### Rendements carcasses

Les rendements carcasses des différentes rations de la présente étude semblaient inversement proportionnels aux concentrations en NDF des ingestions de matière sèche des ovins. En effet, il est connu que la diminution de cet élément dans un aliment entraîne un encombrement moindre au niveau du rumen et donc une augmentation du rendement carcasse à l'abattage (19).

Les mâles entiers Djallonké produiraient en moyenne des poids moyens carcasse de 12,9 kg selon Sangaré (29), alors qu'ils étaient de 13,9 à 15,6 kg dans la présente expérience. Selon le même auteur, le poids moyen carcasse augmente avec l'âge et la durée de la période d'alimentation intensive. Les poids carcasse maxima atteints sont de 16 kg chez le mouton Djallonké (15). Les mâles entiers de race sahélienne ont un rendement moyen carcasse significativement plus élevé que les Djallonké. Le rendement moyen carcasse des mâles entiers de plus de 18 mois est de 52% contre 48% chez les jeunes de 3 à 8 mois. Les plus fortes valeurs individuelles rapportées sont de 52,2% (34) pour les Djallonké.

Bien que l'efficacité économique calculée à partir du ratio gain de poids sur charges variables reste faible, les meilleures rations, sur la base des bénéfices nets, ont été R4 (25% *F. gnaphalocarpa*), R3 (50% *P. lucens*), R7 (50% *P. erinaceus*) et R5 (50% *F. gnaphalocarpa*).

## Conclusion

En ce qui a trait aux performances de croissance, incluant le GMQ, la CVMS et l'IC, les résultats de la présente étude sur les espèces ligneuses testées ont permis d'obtenir des performances équivalentes à celles obtenues chez des moutons alimentés de rations traditionnelles constituée de 50% de tourteau de coton et 50% de fane d'arachide. La substitution partielle ou totale de la fane d'arachide par les fourrages ligneux testés a permis d'obtenir des résultats similaires. La majorité des rations a permis également d'obtenir des rendements carcasses similaires à ceux des ovins nourris par la ration témoin.

On peut donc conclure qu'il est possible d'incorporer jusqu'à 50% de *Ficus gnaphalocarpa*, *Pterocarpus lucens* et *Pterocarpus erinaceus* dans des rations pour moutons sans affecter leurs performances zootechniques. Toute expansion de l'utilisation de fourrages ligneux devra toutefois s'accompagner d'initiatives visant à assurer le renouvellement et la durabilité de cette ressource.

## Remerciements

Ces travaux ont été réalisés grâce à une subvention du Centre de recherches pour le développement international, établi à Ottawa, au Canada ([www.crdi.ca](http://www.crdi.ca)), et à l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise d'Affaires étrangères, Commerce et Développement Canada ([www.international.gc.ca](http://www.international.gc.ca)).

Nos remerciements d'adressent également à tous ceux qui ont contribué à la réussite de cette étude, spécialement à N. Bolduc, de l'Université Laval, aux agents de terrain du CECI et de KILABO, ainsi qu'aux agropasteurs partenaires et à leurs familles.

## Références bibliographiques

- Alkoiret T.I., Soulemanne A.A., Gbangboche A.B. & Attakpa E.Y., 2007, Performances d'embouche des ovins Djallonké complémentés avec les coques de graine de coton au Bénin. Fattening performance of Djallonké sheep supplemented with cotton seed husks in Benin. *Livest. Res. Rural Dev.* 19 p. <http://www.lrrd.org/lrrd19/10/alko19141.htm>
- Amegee Y., 1984, The Vogan sheep (cross breed Djallonké x Sahelian) in Togo. III. Feedlot performance and carcass characteristics. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 37, 97-106.
- AOAC (American Organization of Agricultural Chemists) 2005 *Official Methods of Analysis* (18<sup>th</sup> Ed). AOAC, Arlington, VA.
- Bacayoko A., 1989, *Contribution à l'étude des fourrages pauvres au Mali: Recherche de leurs contributions optimales de valorisation par les ruminants*. Thèse de Docteur Ingénieur, ISFRA, Mali.
- Ballo A., Nantoumé H., Kouriba A., Kodio A. & Touré S.A., 2003, Performances bouchère et économique de l'embouche ovine avec des rations à base du foin de bourgou (*Echinochloa stagnina*) ou de la paille de sorgho (*Sorghum vulgare*). *Cah. Économ. Rurale*, 19-27.
- Baumont R., Aufrère J. & Meschy F., 2009, La valeur alimentaire des fourrages: rôles des pratiques de culture, de récolte et de conservation. *Fourrages*, 198, 153-173.
- Boujenane I., 2008, Techniques d'engraissement des agneaux. *Rev. MAPM/DERD*, 171, 4 p.
- Bourzat D., Bonkoungou E., Richard D. & Sanfo R., 1987, Essai d'intensification de la production animale en zone soudano-sahélienne: Alimentation intensive de jeunes ovins dans le nord du Burkina. Animal production intensification trials in Sahelian and Sudanese area: intensive feeding of young sheep in North of Burkina. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 40, 151-156.
- Cinq-Mars D., 2002, *L'importance des fourrages dans l'entreprise ovine: impact zootechnique*. Agri Réseau, Industrie ovine, Québec, Canada. 26 p.
- Dehoux J. & Hounsou-Ve G., 1991, Essai préliminaire d'embouche intensive de béliers Fulani et Djallonké à base de céréales (mil et maïs) et de graine de coton, au nord-est du Bénin. *Tropicultura*, 9, 4, 151-154.
- Engstrom M.T., Karonen M., Ahern J.R., Baert N., Payré B. & Salminen J.-P., 2016 Chemical structure of plant hydrolysable tannins reveal their in vitro activity against egg hatching and motility of *Haemonchus contortus* nematodes. *J. Agric. Food Chem.*, 64, 840-851.
- Gueguen L., Lamand M. & Meschy F., 1988, *Alimentation des bovins, ovins et caprins: Nutrition minérale*. Institut National de Recherche Agronomique, Paris, France, 95-111.
- Hiernaux P.H.Y., Cissé M.I., Diarra L. & De Leeuw P.N., 1994, Fluctuations saisonnières de la feuillaison des arbres et des buissons sahéliens. Conséquences pour la quantification des ressources fourragères. Seasonal fluctuations in foliation of some trees and shrubs in the Sahel. Consequences for the assessment of fodder resources. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 47, 117-125.
- Kamissoko S., Nantoumé H., Sangaré M. & Sanogo O., 2006, Valorisation des ligneux pour l'alimentation des petits ruminants en zone Mali Sud. *Cah. Econom. Rurale*, 4, 19-28.
- Kiema A., Nianogo A.J., Ouédraogo T. & Somda J., 2008, Valorisation des ressources alimentaires locales dans l'embouche ovine paysanne: performances technico-économiques et options de diffusion. *Cah. Agric.*, 17, 23-27.

16. Kiema A., Nianogo A.J., Somda J. & Ouédraogo T., 2008, Valorisation de *Cassia obtusifolia* L. dans l'alimentation des ovins d'embouche en région sahélienne du Burkina Faso. *Tropicultura*, **26**, 2, 98-103.
17. Kouonmenioc J., Lacoste A. & Guérin H., 1992, *Étude de l'influence de quatre fourrages ligneux sur l'évolution pondérale des ovins de la race naine de l'Afrique de l'Ouest*. pp. 97-110. In: *The complementarity of feed resources for animal production in Africa*. Stares J.E.S., Said A.N. & Kategile J.A. (ed.). CIPEA-AFRN, ILCA, Addis-Ababa.
18. Kolff H.E. & Wilson R.T., 1983, Livestock production in central Mali: the "Mouton de Case" system of smallholder sheep fattening. *Agric. Syst.*, **16**, 217-230.
19. Kragten S.A., 2008, *Détermination de la teneur en fibres dans les aliments pour animaux à ALP*. Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux, Département Fédéral de l'Économie (D.F.E.), Confédération Suisse. 7 p.
20. Nantoumé H., Diarra C.H.T., Traoré D., Kouriba A. & Maïga H., 2005, Performances de l'engraissement des moutons Maures avec des rations à base de tourteau de coton dans la région de Kayes au Mali. *Cah. Économ. Rurale*, **1**, 28-36.
21. Nantoumé H., Diarra C.H.T. & Traoré D., 2006, Performance et rentabilité économique de l'incorporation du mil dans des rations d'engraissement des moutons Maures. *Livest. Res. Rural Dev.*, **18**, 1.
22. Nantoumé H., Ballo A. & Kouriba A., 2007, *Techniques d'embouche ovine*. Fiches techniques, Institut d'économie rurale, Bamako, Mali, 21 p.
23. Nantoumé H., Diarra C.H.T. & Traoré D., 2009, Performance and economic profit of upgrading poor roughages with cottonseed meal in fattening Maure sheep in Mali. *Livest. Res. Rural Dev.*, 21. <http://www.lrrd.org/lrrd21/12/nant21207.htm>
24. Nantoumé H., Sidibé S., Cissé S., Cinq-Mars D., Kouriba A., Sanogo A., Olivier A. & Bonneville J., 2014, Les préférences alimentaires des ovins: appétence des principales espèces de ligneux fourragers dans la commune de Zan Coulibaly. *Livest. Res. Rural Dev.*, 26.
25. NRC, 2007, *Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. National Academy Press, Washington, DC.
26. Pitala W., Yaokorin Y., Bonfoh B., Boly H. & Gbeassor M., 2012, Évaluation de la réponse du mouton Djallonké à l'embouche herbagère à Kolokopé au Togo. *Livest. Res. Rural Dev.*, **24**. <http://www.lrrd.org/lrrd24/1/pita24005.htm>
27. Richard B.B. & Jones W., 1978, Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Sci; Food Agric.*, **29**, 788-794.
28. Rivière R., 1978, *Manuels et précis d'élevage : Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire de pays tropicaux (2<sup>e</sup> édition). Jouve, Paris, 527 p.
29. Sangaré M., 2005, *Synthèse des résultats acquis sur l'élevage des petits ruminants dans les systèmes de production animale d'Afrique de l'Ouest*. Procordel URPAN, CIRDES, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 176 p.
30. SAS, 2006, *SAS enterprise Guide 4.3*. Cary, USA.
31. Shenkute B., Hassen A., Assafa T., Amen N. & Ebro A., 2012, Identification and nutritive value of potential fodder trees and shrubs in the mid rift valley of Ethiopia. *J. Anim. Plant Sci.*, **22**, 1126-1132.
32. Tangara T., 1989, *Suivi de l'embouche ovine paysanne en zone semi-aride de Banamba. Rapport, commission technique spécialisée des productions animales*. INRZFH, Bamako, Mali.
33. Thys E., 1989, L'utilisation du tourteau de coton et de coques de coton à haute dose dans l'alimentation de béliers de l'Extrême Nord Cameroun. Observations préliminaires. *Tropicultura*, **7**, 4, 132-136.
34. Vérité R. & Peyraud J.L., 1988, *Alimentation des bovins ovins et caprins: Nutrition azotée*. Institut National de Recherche Agronomique, Paris, France. pp 75-93.

---

H. Nantoumé, Malien, PhD, Directeur de Recherche, Institut d'Économie Rurale, Laboratoire de Nutrition Animale, Bamako, Mali.

S. Cissé, Malien, MSc, Chercheur, Institut d'Économie Rurale, Laboratoire de Nutrition Animale, Bamako, Mali.

P.S. Sow, Malienne, MSc, Chercheuse, Institut d'Économie Rurale, Programme de Systèmes de Productions et Gestion des Ressources Naturelles, Bamako, Mali.

S. Sidibé, Malien, PhD, Maître de Recherche, Institut d'Économie Rurale, Laboratoire de Nutrition Animale de l'Institut d'Économie Rurale, Bamako, Mali.

A. Kouriba, Malien, Doctorat, Directeur de Recherche, Secrétaire Exécutif du Comité National de la Recherche Agricole, Bamako, Mali.

A. Olivier, Canadien, PhD, Professeur, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département de phytologie, Québec, Canada.

J. Bonneville, Canadien, MSc, Professionnel de recherche, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département de phytologie, Québec, Canada.

D. Cinq-Mars, Canadien, PhD, Professeur, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sciences animales, Québec, Canada.