

## Valeur nutritive de *Balanites aegyptiaca* pour l'alimentation des ruminants

C Kaboré-Zoungrana, B Diarra, C Adandedjan\* et S Savadogo

LERNSE, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 1091  
Bobo, Burkina Faso

\*Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 RP Cotonou, Bénin  
[cykabore@yahoo.fr](mailto:cykabore@yahoo.fr)

### Résumé

*Balanites aegyptiaca* est l'un des ligneux fourragers les plus appréciés aussi bien par le bétail que par les ongulés sauvages en saison sèche. Pour mieux appréhender son intérêt fourrager, et dans le souci d'une utilisation et gestion rationnelles de cette ressource, sa phénologie, sa composition chimique et sa digestibilité ont été étudiées en fonction de plusieurs facteurs (stade phénologique, saison, âge).

Les jeunes feuilles ont les teneurs les plus élevées en matières azotées totales atteignant 223 g/kg MS. L'expression des teneurs en constituants chimiques en fonction de la saison a montré que le fourrage récolté en saison des pluies a la plus forte teneur en MAT. Les valeurs de digestibilité sur tout le cycle ont varié de 53 à 64% pour la matière sèche, de 58 à 70% pour la matière organique et 64 à 79% pour les matières azotées. Les teneurs en matières azotées non digestibles excrétées sont de l'ordre de  $36 \pm 3,8$  g. L'association de *Balanites aegyptiaca* à du foin de *Pennisetum pedicellatum* dans les proportions 60/40 et à raison de 70 g MS/kg P<sup>0,75</sup> a permis d'obtenir avec des ovins un gain moyen quotidien de 116 g.

*Balanites aegyptiaca* peut constituer un complément alimentaire appréciable aux rations d'herbacées s'il est récolté entre les stades feuillaison et fructification.

**Mots clés:** *Balanites aegyptiaca*, composition chimique, digestibilité, phénologie, valeur nutritive

## Nutritive value of *Balanites aegyptiaca* as feed for ruminants

### Abstract

This study was undertaken to evaluate the forage potential of *Balanites aegyptiaca*, one the shrubs that can provide edible forage for domestic and wild herbivores during the dry season. Results showed that this plant offers edible forage over the entire year, even though compositional variations have been observed according the seasons.

Total protein contents were highest for young leaves (223g/kgDM). The raining season allows higher protein content. Digestibility values over the entire production cycle, ranged from 53.0 to 64.0% for dry matter, from 58.0 to 70.0% for organic matter and from 64.0 to 79.0% for total nitrogen. An average daily gain of 116 g per day was attained by sheep fed a ration containing 60% *Balanites aegyptiaca* and 40% *Pennisetum pedicellatum* hay at 70g DM/kg BW<sup>0.75</sup>.

*Balanites aegyptiaca* leaves are good complements to graminiae forages in rations for ruminants when the plant is in the stage of sprouting new leaves and new fruits.

**Key words:** *Balanites aegyptiaca*, chemical composition, digestibility, nutritive value, phenology

## Introduction

L'alimentation s'avère être un facteur limitant au développement de l'élevage en Afrique tropicale surtout en saison sèche. Cette alimentation du bétail est basée essentiellement sur l'utilisation des pâturages naturels au niveau desquels le fourrage herbacé ne peut soutenir une croissance animale que pendant une courte période de l'année.

Les résidus de cultures céréalières ont des teneurs en matières azotées totales (MAT) inférieures aux besoins d'entretien des animaux (Malau-Aduli et al 2003). Leur utilisation nécessite alors une complémentation adéquate (Fall et al 1997 ; Malau-Aduli et al 2003). Les sous-produits agro-industriels (tourteaux, son et mélasse) ne sont pas toujours disponibles en zone de production animale ou sont vendus à des prix exorbitants aux producteurs (Bosma and Bicaba 1997 ; Kaboré-Zoungana et al 1997).

Devant un tel constat, des recherches sont menées sur les ligneux fourragers en vue de leur utilisation rationnelle et durable en alimentation animale. Ainsi, les feuilles et fruits des ligneux fourragers constituent une ressource alimentaire importante et riche en protéines, favorisant la production animale (Kaboré-Zoungana 1995 ; Abdulrazak et al 2000 ; Melaku et al 2005 ; Do Thi Than Van et al 2005). Ils peuvent être utilisés comme compléments à l'utilisation des pailles, des foin et des résidus de cultures dans la ration des ruminants (Wiegand et al 1996). Cependant, la présence en leur sein de composés secondaires, limite leur ingestion de même que l'utilisation de leurs nutriments notamment les MAT (Getachew et al 2000 ; Aganga and Mosase 2001).

Parmi ces ligneux, *Balanites aegyptiaca* est l'une des espèces fourragères les plus appréciées aussi bien par les ruminants domestiques (Toutain 1980) que par les ongulés sauvages (Savadogo 2004). Au Sahel, les feuilles et les fruits sont également utilisés dans l'alimentation humaine en saison sèche et pendant les périodes de soudure. Les fruits frais sont consommés, pendant que les feuilles sont séchées et transformées en poudre pour être utilisées dans la préparation de sauce (Cook et al 1998 ; Lockett et al 2000). De l'huile alimentaire est extraite des amandes de *Balanites aegyptiaca* (Cook et al 1998 ; Lockett et al 2000). Cette espèce a aussi un intérêt médicinal chez les populations rurales (Kamel and Koskinen 1995 ; Sarker et al 2000). Le liquide extrait des fruits est ajouté dans la bouillie consommée par les mères qui allaitent pour stimuler la production de lait, et les noix sont mangées pour traiter les douleurs et les désagréments associées à des motilités intestinales excessives et des ballonnements (Lockett et al 2000).

*Balanites aegyptiaca* fait l'objet d'utilisations diverses par les populations rurales. Il est par conséquent important : (i) d'étudier sa phénologie pour connaître sa disponibilité fourragère ; (ii) de connaître sa composition chimique et sa digestibilité au cours du temps pour une meilleure exploitation et utilisation de cette ressource dans l'alimentation animale.

## Matériel et méthodes

### Site d'étude

Cette étude a été réalisée en région nord-soudanienne du Burkina Faso, à la station expérimentale de Gampéla qui est située à une vingtaine de kilomètre à l'est de Ouagadougou. La station est comprise entre 12°25' de latitude Nord et 1°21' de longitude Ouest.

Le climat se caractérise par une saison sèche alternant avec une saison des pluies. La saison des pluies est relativement courte et dure 4 à 5 mois. La pluviométrie moyenne annuelle des dix dernières années précédant l'étude est de 664 mm avec des valeurs extrêmes de 510 mm et 759 mm. Les températures moyennes sont de l'ordre de 33°C en avril et mai, et oscillent entre 22 et 27°C de décembre à janvier ainsi que durant la saison des pluies.

## Phénologie

La phénologie de *Balanites aegyptiaca* a été étudiée sur une partie représentative de la zone d'étude protégée des animaux ; elle peut par conséquent être considérée comme n'étant pas perturbée.

Dix (10) pieds représentatifs des individus de la zone ont été marqués de 1 à 10. La fréquence des relevés phénologiques a été de 15 jours et est restée invariable quels que soient le mois de l'année et la saison. Les observations ont porté sur les stades de feuillaison (Fe), floraison (Fl) et fructification (Fr). Pour caractériser morphologiquement ces différents stades, nous avons adopté des phases à l'intérieur de chacun de ces stades. La phase 1 correspond ainsi à l'installation et la phase 3 à la dernière étape du stade. Entre ces deux phases, la phase 2 correspond à l'optimum de l'activité.

La simplicité de la méthodologie adoptée : 3 phases au lieu de 5 par exemple (Grouzis and Sicot 1980) ou 7 (Fournier 1990) a été guidée par l'objectif visé dans cette étude, qui est la répartition dans le temps du matériel végétal consommé par les animaux.

## Composition chimique

*Balanites aegyptiaca* a fait l'objet d'un suivi de la composition chimique. Des échantillons de feuilles ont été récoltés, à intervalles réguliers de 15 jours, sur les dix (10) pieds marqués dans le cadre du suivi phénologique. Les prélèvements des différents pieds sont homogénéisés. Les analyses chimiques suivantes ont été effectuées : matière sèche (MS) à l'étude à 105 °C pendant 24 h ; cendres totales (MM) par calcination de la matière sèche à 550°C ; matières azotées totales (MAT) correspondent à l'azote selon Kjeldahl ( $N \times 6,25$ ) ; cellulose brute selon Weende ; constituants pariétaux, NDF (*neutral detergent fiber*), ADF (*acid detergent fiber*) dosé directement sur l'échantillon et ADL (*acid detergent lignin*) sulfurique déterminé à partir de l'ADF ; énergie par calorimétrie. Par ailleurs, certains éléments minéraux tels que le phosphore (P), le potassium (K), le sodium (Na), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) ont été dosés.

L'évolution de la composition chimique a été exprimée en fonction du stade phénologique, de la saison et de l'âge. Trois (03) saisons ont été définies : saison sèche froide (octobre-janvier), saison sèche chaude (février-mai) et la saison des pluies (juin-septembre).

## Digestibilité *in vivo*

Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* distribuées aux animaux ont été récoltées tout au long de l'année à dix périodes différentes. Elles ont été légèrement préfanées au soleil, puis séchées à l'ombre sous un hangar, avec plusieurs retournements.

Le fourrage préparé a été distribué à des moutons adultes mâles castrés de race Djallonké et d'un poids vif moyen de  $21,67 \pm 1,18$  kg. Pour chaque mesure de digestibilité, un lot homogène de six moutons a été constitué sur la base du poids vif. Ces moutons ont été maintenus en cages à métabolisme individuelles, ce qui a permis la mesure exacte des quantités d'aliments offertes ainsi que des fécès excrétés. La période pré-expérimentale de 15 jours a été suivie par une période de collecte des fécès de 7 jours.

La méthodologie adoptée est inspirée de celle utilisée pour les aliments concentrés. Le fourrage ligneux est distribué en association avec un foin de base dans les proportions suivantes : 60% de ligneux et 40% de foin. Les rations ont été distribuées en quantité limitée, au voisinage de la couverture des besoins d'entretien à savoir, 40g de MS/kg P<sup>0,75</sup>. Les animaux reçoivent 2 repas par jour au cours desquels le ligneux (plus rapidement ingéré) est distribué en premier.

La digestibilité du ligneux (dL) est calculée par différence à partir de la mesure de la digestibilité de la

ration (dR) et celle du foin (dF). Les digestibilités des différents constituants : MS, MO, MAT, NDF, ADF, ADL, CB et en énergie sont déterminées pour chaque animal. L'énergie digestible et l'énergie métabolisable des feuilles de *Balanites aegyptiaca* ont été calculées selon les méthodes de l'INRA (1978).

### Analyses statistiques

Une analyse de variance a permis de mettre en évidence les différences entre les valeurs de compositions chimiques et de digestibilités. Les corrélations entre les différents composants chimiques et la digestibilité ont été établies par une simple analyse de régression. Les données ont été analysées au moyen du logiciel Statgraphics (Statgraphics 2005)

## Résultats

### Phénologie

Le cycle phénologique de *Balanites aegyptiaca* sur deux années consécutives est illustré à la figure 1.

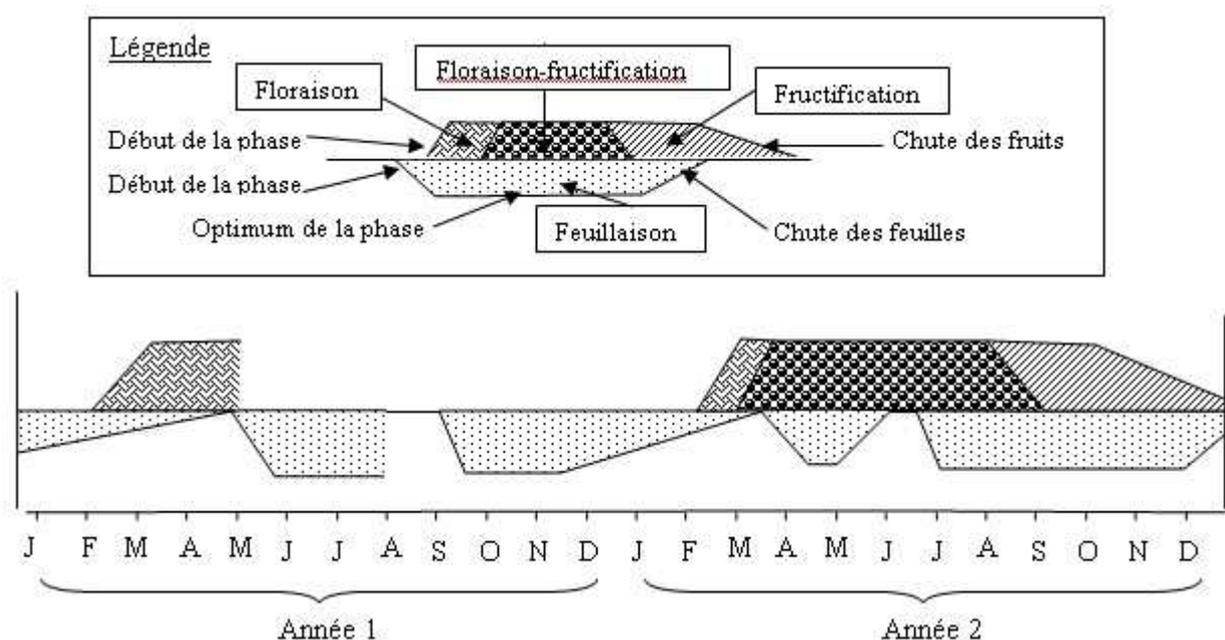


Figure 1. Phénogramme de *Balanites aegyptiaca*

C'est au cours de la pleine floraison que *Balanites aegyptiaca* entame sa feuillaison en mi-mars. De ce fait, un mois plus tard, les premiers fruits font leur apparition, la floraison ayant débuté en début février de la même année. Une deuxième floraison à laquelle se superpose très rapidement une nouvelle feuillaison est observée cette fois à l'entrée de la saison des pluies en fin mai : deux mois et demi et quatre mois après respectivement la première feuillaison et la première floraison. Pendant seulement une courte période de l'année (environ un mois), certains individus de *Balanites aegyptiaca* sont totalement nus.

Au cours de cette étude, nous avons eu l'opportunité d'observer des pieds de *Balanites aegyptiaca* qui ont subi une attaque acridienne en mi-avril de la première année d'étude. Le résultat a été une perte de feuilles et fruits. Quinze jours plus tard, les pieds ravagés ont entamé une nouvelle feuillaison. Le cycle qui se déroulait normalement a été interrompu par une seconde attaque acridienne en début août. La réaction de l'espèce a été identique à la précédente. Une seconde feuillaison s'est installée et s'est

poursuivie. La floraison, quant à elle, arrêtée par la première attaque n'est plus apparue et la production de fruits de ces pieds a été nulle.

## Composition chimique des feuilles de *Balanites aegyptiaca*

### Teneurs en constituants chimiques

La composition chimique moyenne des feuilles de *Balanites aegyptiaca* est donnée dans les tableaux 1 et 2

**Tableau 1.** Teneurs moyennes et extrêmes (en g/kg MS) des constituants chimiques des feuilles de *Balanites aegyptiaca* (n = 28)

Éléments	MM	MO	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	MAADF %MAT
Moyennes	155	845	178	315	203	94	180	8,9
Extrêmes	99-192	808-901	94-223	252-393	155-238	67-110	132-213	5,9-11,4

**Tableau 2.** Teneurs moyennes et extrêmes (en g/kg MS) des constituants minéraux des feuilles de *Balanites aegyptiaca* (n = 12)

Éléments	P	K	Na	Ca	Mg	Ca/P
Moyennes	3	23	1	54	9	18
Extrêmes	1,4-4,4	14,2-35,6	0,6-2	31-82,6	7,9-10,7	9-47

La teneur moyenne en matières minérales (MM) est élevée (155 g/kg MS). La teneur moyenne en MAT est de 178 g/kg MS. Les jeunes feuilles ont des teneurs en MAT supérieures à celles des plus âgées, atteignant parfois 223 g/kg MS. Les MAT contenues dans l'ADF (MAADF), souvent considérées comme complètement indigestibles, représentent une proportion relativement faible (8,9 p.100 MAT). Les teneurs en parois totales (NDF) sont faibles. La cellulose brute (CB) de Weende a une teneur proche de celle de la ligno-cellulose (ADF) mais reste néanmoins légèrement inférieure à celle-ci. La lignine avec une teneur moyenne de 94 g/kg MS est l'un des facteurs limitant de la valeur nutritive des ligneux. *Balanites aegyptiaca* se caractérise par une teneur moyenne en calcium (Ca) élevée (55 g/kg MS) alors que celle en phosphore (P) est faible (3 g/kg MS). Le rapport Ca/P élevé (18) qui s'en suit est défavorable. Les teneurs moyennes en potassium (K) et magnésium (Mg) sont élevées avec des valeurs respectives de 23 et 9 g/kg MS. Les teneurs en sodium (Na) n'ont guère dépassé 2 g/kg MS.

### Facteurs de variation de la composition chimique

Les différences de teneurs en constituants chimiques selon les stades phénologiques (tableau 3a) sont significatives pour les MM, MO, MAT, NDF et la CB. C'est au cours du stade feuillaison-fructification (Fe+Fr) que les plus fortes teneurs en MAT (210 g/kg MS) sont trouvées. A la fin de la feuillaison (Fe3), les feuilles auront perdu 28% de leurs teneurs en MAT. Les variations en CB sont moins importantes que dans le cas des MAT, avec aussi les plus fortes teneurs au stade Fe+Fr. Les teneurs en éléments minéraux varient très peu entre les stades début à pleine feuillaison (Fe) et fin feuillaison (Fe3) (tableau 3b).

**Tableau 3.** Teneurs en constituants chimiques et éléments minéraux (g/kg MS) des feuilles de *Balanites aegyptiaca* en fonction du stade phénologique

#### a) Teneurs en constituants chimiques

Stade	MM	MO	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	MAADF%MAT
Fe	152	848	180	316	205	98	182	9
Fe3	168	832	151	292	191	103	173	7,8
Fl+Fr	135	865	199	339	212	93	194	

Fe+Fr	128 **	872 **	210 **	345 *	215	92	198 **
<i>b) Teneurs en éléments minéraux</i>							
<b>Stade</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca/P</b>	
Fe	2,3	18,7	0,8	65	9,2	31	
Fe3	2	17,9	1	75,1	9,8	38	

Fe : Stade début à pleine feuillaison ; Fe3 : Stade fin feuillaison ; Fl : Stade floraison ; Fr : Stade fructification

En plus de la variation en MAT, NDF et CB, l'expression des teneurs en fonction des saisons (tableau 4a) par rapport à celle des stades phénologiques permet de mettre en évidence des différences significatives de teneurs en ADF et en ADL. Elle cache par contre les variations de teneurs en MM et MO. Les plus faibles teneurs en MAT sont obtenues en saison sèche chaude (SSC) et la variation en MAT entre la saison des pluies (SP) et la SSC est de 57 g/kg MS. La proportion de MAADF est aussi plus importante en SSC. Les teneurs en NDF sont par contre plus élevées en SP (335 g/kg MS) et diminuent en moyenne de 44 g/kg MS en saison sèche. Selon la saison, des différences significatives de teneurs en éléments minéraux sont notées pour K, Na et Ca. La concentration en Ca (tableau 4b) est plus élevée en saison sèche froide (69,5 g/kg MS) alors que celle en P est la plus faible (2,4 g/kg MS). Les concentrations en K et Na diminuent en saison sèche. La concentration en Mg ne varie pas avec la saison.

#### 4. Teneurs en constituants chimiques (a) et éléments minéraux (b) (g/kg MS) des feuilles de *Balanites aegyptiaca* en fonction de la saison

##### *a) Teneurs en constituants chimiques*

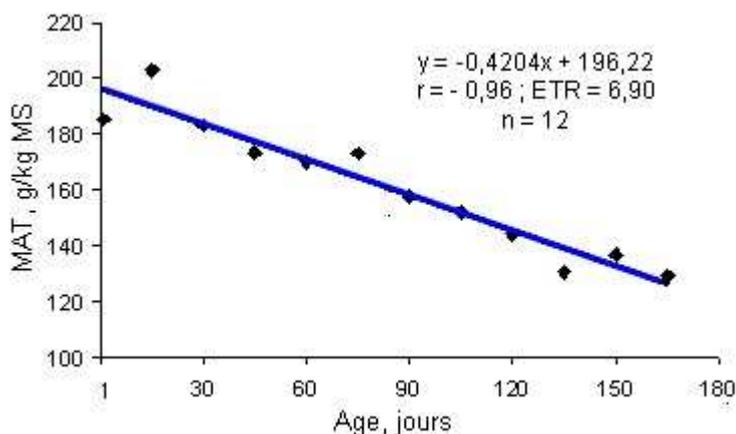
	MM	MO	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	MAADF%MAT
Saison sèche froide	167	833	155	292	193	101	172	8,7
Saison sèche chaude	156	843	145	291	182	84	167	10,6
Saison des pluies	148	852	202 ***	335 **	214 **	93 **	189 *	8,4

##### *b) Teneurs en éléments minéraux*

	P	K	Na	Ca	Mg	Ca/P
Saison sèche froide	2,4	17	0,8	69,5	9,4	29
Saison sèche chaude	3,2	16,2	0,7	64,4	9,5	20
Saison des pluies	3,3	28,8 *	2 *	39,6 *	9,4	12

Différences significatives sont notées : \*  $p < 0,05$  ; \*\*  $p < 0,01$  ; \*\*\*  $p < 0,001$

L'évolution des teneurs en fonction de l'âge, exprimée en nombre de jours à partir de la première feuillaison, indique que c'est avec les MAT (figure 2) le Na et le K que la relation est la plus significative ( $r = -0,96$ ,  $-0,99$  et  $-0,87$  respectivement). L'évolution n'est pas régulière pour les autres constituants chimiques.



**Figure 2.** Relation entre les teneurs en MAT (g/kg MS) et l'âge (jours) des feuilles de *Balanites aegyptiaca*

## Digestibilité des feuilles de *Balanites aegyptiaca*

Composition chimique des feuilles de *Balanites aegyptiaca* distribuées dans les rations

Le tableau 5 donne les valeurs extrêmes des teneurs en constituants chimiques et en énergie brute des feuilles de *Balanites aegyptiaca* distribuées.

**Tableau 5.** Teneurs extrêmes en constituants chimiques (g/kg MS) et en énergie brute (kcal/kg MS) des feuilles de *Balanites aegyptiaca* distribuées (n = 9)

Eléments	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	Tanins	EB
Extrêmes	172-141	85-157	278-352	179-238	94-130	157-194	0-5,8	4378-4650

La limite supérieure des MAT est légèrement plus faible que celle de la même espèce enregistrée dans l'étude de la composition chimique et est probablement due aux modifications de teneurs entraînées par la fenaison, mais surtout au fait que l'exploitation est survenue un peu tard au cours du cycle phénologique par souci de disponibilité quantitative.

Des teneurs moyennes très faibles en tannins (0,1 p.100 MS en moyenne) caractérisent les feuilles de *Balanites aegyptiaca*.

### Digestibilité des constituants chimiques

Le tableau 6 donne les digestibilités des constituants chimiques (%), l'énergie digestible et métabolisable (kcal/kg MS) des feuilles de *Balanites aegyptiaca* étudiées.

**Tableau 6.** Digestibilité (en %) des constituants chimiques des feuilles de *Balanites aegyptiaca* (n = 9)

	dMS	dMO	dMA	dNDF	dADF	dE	ED	EM
Moyennes	55	61	68	49	36	51	2334	1930
Extrêmes	49-64	58-70	61-79	39-65	22-54	47-54	2511-2173	2072-1798

La dMS et la dMO ont des valeurs moyennes de 55 et 61 % respectivement (tableau 6). La digestibilité moyenne de l'énergie (dE) est de 51 %. Les dE sont inférieures aux dMO de 9 points. La teneur moyenne en énergie digestible (ED) est de  $2334 \pm 116$  kcal/kg MS alors que celle en énergie métabolisable calculée (EM) est de  $1930 \pm 96$  kcal/kg MS.

La digestibilité moyenne des matières azotées (68 %) est supérieure à la dMS et dMO. Les teneurs en matières azotées non digestibles (MAND) excrétées sont faibles ( $36 \pm 3,8$ g). Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* ont une digestibilité moyenne des parois totales (dNDF) faible (49 %) comparée aux dMS, dMO et dMA. La digestibilité de l'ADF varie comme celle du dNDF en lui restant très inférieure. La différence entre les digestibilités moyennes de ces deux constituants est de 11 points.

### Facteurs de variation de la digestibilité

#### Stade phénologique et saison

La dMS et la dMO varient peu au cours du temps de telle sorte que le stade phénologique et la saison ne sont pas retrouvés être des facteurs de variation (tableau 7).

**Tableau 7.** Digestibilités de la matière sèche et de la matière organique (%) en fonction du stade phénologique et de la saison

Stade	dMS	dMO
Feuillaison	53	58
Floraison	56	61
Fructification	55 NS	60 NS
Saison	dMS	dMO
Saison sèche froide	56	61
Saison sèche chaude	55	61
Saison des pluies	55 NS	60 NS

NS : non significatif  $p < 0,05$

### Age

La dMS et la dMO ont évolué de façon similaire au cours du temps (figure 3). La digestibilité varie de 49 à 64 % pour la MS et de 56 à 70 % pour la MO. Les valeurs de dMS restent cependant inférieures d'environ 5 points.

Les valeurs de dMA ont varié de 61 à 79 % dans une fourchette plus large que les deux précédentes (figure 3). Des différences significatives ( $p < 0,01$ ) selon les mois sont notées aussi bien pour les dMS, dMO que les dMA.

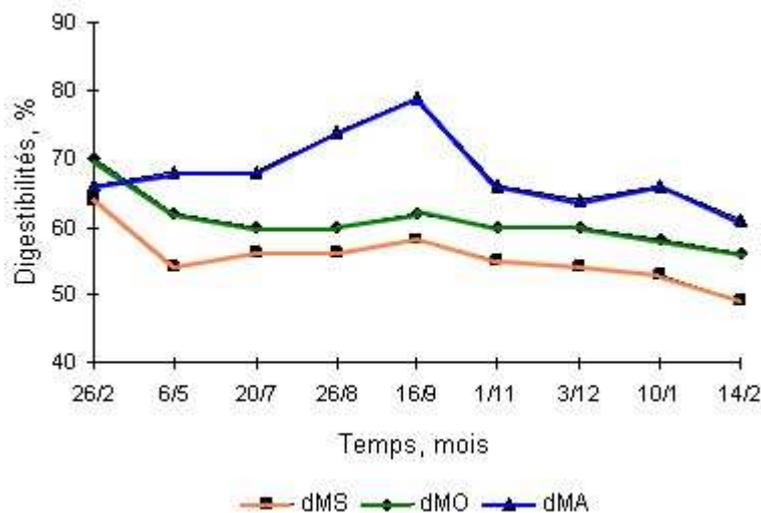
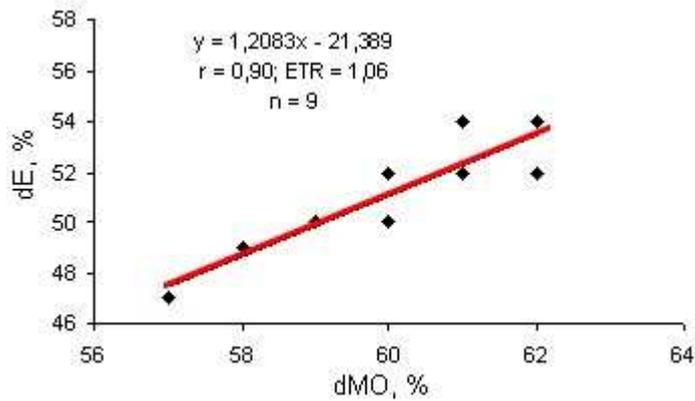


Figure 3. Evolution des dMS, dMO et dMA (%) en fonction du temps (mois)

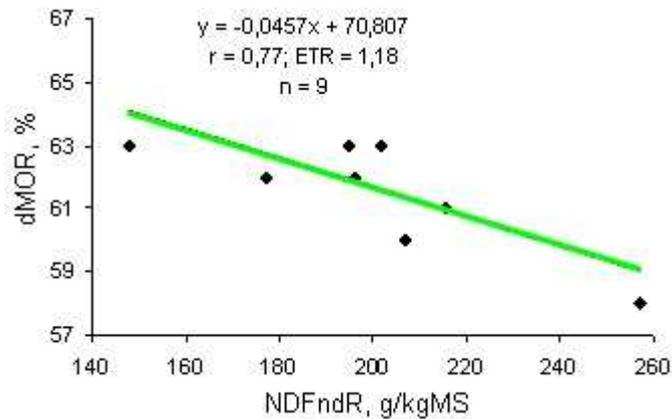
### Prédiction de la digestibilité de l'énergie et des matières azotées

La digestibilité de l'énergie (dE) de *Balanites aegyptiaca* peut être déduite de façon assez précise de celle de la matière organique ( $r = 0,90$  ; ETR = 1,06) (figure 4).



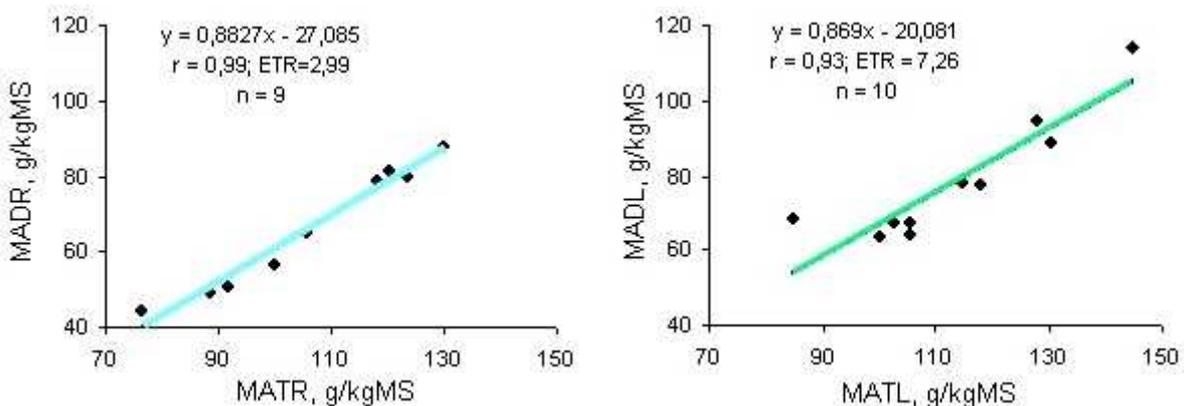
**Figure 4.** Relation entre la digestibilité de l'énergie (dE en %) et celle de la matière organique (dMO en %) de *Balanites aegyptiaca*

La dMO du ligneux varie comme la digestibilité des parois totales dNDF ( $r = 0,68$ ;  $ETR = 3,28$ ). Mais plus que cette digestibilité, les teneurs en parois totales non digestibles (NDFnd) des rations contenant le ligneux ou celles de *Balanites aegyptiaca* expliqueraient la variation de la dMO ( $r = 0,77$  ;  $ETR = 1,18$  et  $r = 0,70$  ;  $ETR = 3,21$  respectivement) (figure 5).



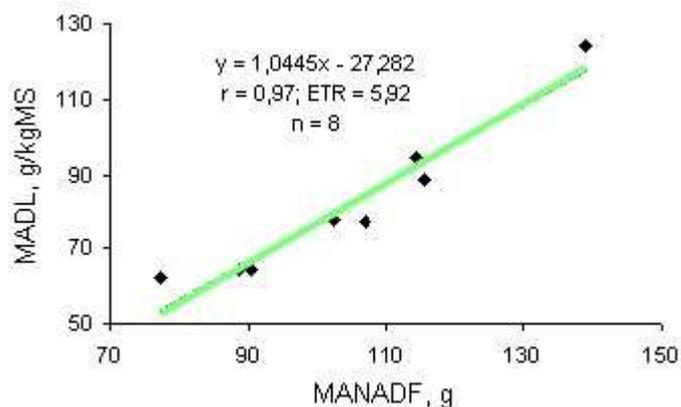
**Figure 5.** Relation entre la digestibilité de la matière organique (dMO %) et les teneurs en NDF non digestibles (NDFnd en g/kg MS) des rations composées de *Balanites aegyptiaca* et de foin

La digestibilité des matières azotées de *Balanites aegyptiaca* est fonction des teneurs en MAT. Il existe en effet une relation significative ( $p < 0,001$ ) entre les teneurs en MAD et en MAT des rations (graminées+ligneux) ( $r = 0,99$  ;  $ETR = 2,99$ ) ou celles de ligneux ( $r = 0,93$  ;  $ETR = 7,26$ ) (figure 6).



**Figure 6.** Relation entre les teneurs en matières azotées digestibles (MAD en g/kg MS) et en matières azotées totales (MAT en g/kg MS) des rations composées de foins et de *Balanites aegyptiaca* (a) et des fourrages de *Balanites aegyptiaca* (b)

Ces teneurs en MAD sont plus spécifiquement fonction ( $r = 0,97$  ; ETR = 5,92) des teneurs en matières azotées non contenues dans l'ADF (MANADF) (figure 7).



**Figure 7.** Relation entre les teneurs en matières azotées digestibles (MAD en g/kg MS) et en matières azotées non contenues dans l'ADF (MANADF en g/kg MS) du fourrage de *Balanites aegyptiaca*

Le test de Lucas est généralement utilisé comme un moyen de tester l'uniformité nutritionnelle d'un constituant chimique des aliments. Appliquées aux matières azotées de *Balanites aegyptiaca*, il indique une uniformité nutritionnelle pour celles-ci. La digestibilité réelle estimée est de 87 p.100 et l'excrétion fécale métabolique en moyenne de 3,2 g/kg MS.

### Taux de ligneux dans la ration et évolution pondérale des ruminants

Les problèmes d'ingestion de quantités suffisantes de MS, liés à l'espèce de ligneux, mais aussi sa période d'exploitation, sont des raisons de leur association à des herbacées lors des études de digestibilité. Pour les taux d'incorporation choisis lors des mesures de digestibilité, nous nous sommes inspirés de la méthodologie utilisée pour les aliments concentrés en raison des teneurs élevées en MAT et des problèmes d'interactions digestives pouvant survenir entre les éléments des différents composants de la ration.

La comparaison des valeurs de digestibilité des feuilles de *Balanites aegyptiaca* (tableau 8) utilisées comme seul aliment ou en association avec du foin de *Pennisetum pedicellatum* (60/40) montre que les digestibilités varient très peu d'une ration à l'autre. Ces valeurs de digestibilités indiquent une absence de phénomènes d'interactions digestives quel que soit le constituant.

**Tableau 8.** Comparaison de la digestibilité (%) des différents constituants de *Balanites aegyptiaca* distribué seul ou associé à du foin de graminée (*P. pedicellatum*)

Nature de l'aliment	dMS	dMO	dMA	dNDF	dADF	dADL
<i>Balanites aegyptiaca</i> seul	52a	59a	62a	41a	22a	- 27a
<i>Balanites aegyptiaca</i> + foin (60/40)	50a NS	57a NS	64a NS	39a NS	26a NS	- 38a NS

NS : non significatif  $p < 0,05$

Les résultats du tableau 9 font apparaître que la distribution de *Balanites aegyptiaca*, à raison de 70g MS/kg P<sup>0,75</sup> comme seul aliment à des ovins a permis la couverture des besoins d'entretien (GMQ de 8,3 g).

**Tableau 9.** Evolution pondérale des ovins soumis à des rations contenant du fourrage de *Balanites aegyptiaca*

Nature de l'aliment	Quantité distribuée, g MS/kg P <sup>0,75</sup>	GMQ, g
<i>Balanites aegyptiaca</i>	70	+ 8,3
<i>Balanites aegyptiaca</i>	40	
+ <i>P. pedicellatum</i>	30	+ 115,7

L'association d'un foin de *P. pedicellatum* à ce ligneux entraîne des GMQ positifs de l'ordre de 116 g.

## Discussion

### Phénologie et disponibilité fourragère

Il existe pour *Balanites aegyptiaca* une variabilité intra spécifique qui est cependant peu marquée. Les individus ont des phénologies quelque peu différentes, qui concernent aussi bien les phases que leurs durées.

Contrairement aux cycles phénologiques de la plupart des ligneux (Kaboré-Zougrana 1995), la nouvelle feuillaison survient chez *Balanites aegyptiaca* pendant que les vieilles feuilles n'ont pas encore fini de tomber. L'apparition de jeunes feuilles en saison sèche est un fait chez la plupart des ligneux. Elle serait due à l'utilisation des ressources en eau des couches profondes du sol. La feuillaison a repris quelques jours après que l'espèce ait subi une attaque acridienne. Ce fait dénote une réaction favorable de l'espèce aux agressions et confirme sa résistance aux ébranchages et aux coupes (Toutain 1980). Cette réaction intéressante de feuillaison successive de l'espèce laisse penser qu'elle serait plus apte à l'exploitation et que l'on pourrait volontairement provoquer la production de matériel végétal plus jeune.

*Balanites aegyptiaca* a une disponibilité fourragère quasi-permanente tout au long de l'année. Les organes (feuilles, fruits) appréciés sont abondants sur deux périodes : mi-avril à mai ; juillet à décembre.

### Composition chimique

Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* ont des teneurs moyennes en MM proches des résultats de Lockett et al (2000). Les teneurs moyennes en MAT sont supérieures à celles de nombreux fourrages ligneux : *Acacia seyal*, *A. machrostachya*, *Ziziphus mauritiana* et *Combretum aculeatum* trouvées dans la même zone (Kaboré-Zougrana 1995; Bosma and Bicaba 1997) et au Sahel (Le Houérou 1980a ; Fall 1993). Des teneurs en MAT variant entre 150 et 240 g/kg MS pour les jeunes feuilles *Balanites aegyptiaca* ont été trouvées au Burkina Faso (Le Houérou 1980a). Si l'on se réfère aux normes établies (Milford and Minson 1965) pour une activité cellulolytique adéquate de la microflore du rumen, on peut conclure que cette espèce quel que soit la période serait susceptible d'être utilisée comme seul aliment de la ration, et devraient couvrir les besoins d'entretien des animaux si son ingestion de MS est adéquate. La fraction azotée liée aux parois (MAADF) qui influence négativement la digestibilité de l'espèce est relativement faible comparée à d'autres espèces (Fall and Michalet-Doreau 1995).

Les teneurs en constituants pariétaux (NDF et ADF) semblables à celles trouvées par d'autres auteurs (Fall 1993 ; Lockett et al 2000) sont faibles, avec toutefois une lignification importante, qui caractérise par ailleurs la plupart des ligneux (Koné et al 1987 ; Kaboré-Zougrana 1995).

Les fortes concentrations en Ca dans les feuilles de *Balanites aegyptiaca* (Toutain 1980 ; Le Houérou 1980a) peuvent être une bonne source de complément en cet élément. Cependant, le rapport Ca/P qui varie entre 9 et 47 est élevé en raison des faibles teneurs en P. Il est supérieur aux normes de 2 recommandées pour une ossification normale (Abdulrazak et al 2000). Ce rapport élevé peut interférer avec une utilisation efficiente du Ca par les animaux même si les feuilles contiennent un niveau

approprié en cet élément (Fadel Elseed et al 2002). L'absorption du P se trouve être réduite par la même occasion. Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* sont déficientes en Na comme chez la plupart des espèces (Kaboré-Zoungana 1995 ; Aganga and Mosase 2001; Fadel Elseed et al 2002).

On constate qu'à partir des modes d'expression adoptés et qui expriment l'évolution soit globale (âge) ou sur des périodes définies (stade phénologique ou saison), les effets du vieillissement peuvent être plus ou moins marqués pour un constituant chimique donné. Seule l'évolution des teneurs en MAT est retrouvée pour les trois modes d'expression définies. C'est sur l'évolution de cet élément que s'accordent le plus les différents auteurs (Colomer and Passera 1990 ; Barnes et al 1991). L'effet saison est retrouvé pour les MAT par Borens and Poppi (1990), Barnes et al (1991) Fadel Elseed et al (2002) retrouvent l'effet saison pour les constituants chimiques à l'exception des tannins condensés, de la MO et du Na pour les feuilles de *Balanites aegyptiaca*.

Les teneurs en MAT diminuent avec l'âge à partir de la première feuillaison. Une telle régularité dans l'évolution des teneurs explique le fait que le stade phénologique et la saison soient retrouvés comme facteurs de variation des MAT.

Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* peuvent être une bonne source de matières azotées pour la complémentation si elles sont exploitées entre les stades feuillaison et fructification ou pendant la SP. Au cours de cette saison, les MAADF et le rapport Ca/P sont faibles. Dans une moindre mesure, le début de la SSF et la fin de la SSC peuvent procurer des feuilles riches en matières azotées.

### Digestibilité

Les digestibilités moyennes (dMS et dMO) de *Balanites aegyptiaca* sont plus élevées que celles de *Combretum aculeatum* et *Leuceana leucocephala* étudiées dans la même zone (Bosma and Bicaba 1997). Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* ont une valeur en EM qui se rapproche de celles obtenues par Fadel Elseed et al (2002). Cette valeur (2010 kcal/kg MS) ne permettrait pas selon ces auteurs de couvrir les besoins d'entretien des brebis, mais a par contre permis la couverture des besoins d'entretien des moutons Djallonké lorsqu'ils ont été distribués comme seul aliment.

L'expression des résultats en fonction des modes adoptés n'a pas permis de mettre en évidence les effets du stade phénologique et de la saison sur les dMS et dMO. L'expression la plus significative des digestibilités (dMS, dMO et dMA) reste celle de l'évolution dans le temps, à savoir les mois de l'année. Ces diminutions de digestibilité (dMS et dMO) avec la maturité du fourrage sont à l'origine des valeurs très différentes rencontrées dans la bibliographie (Le Houérou 1980b ; Koné 1987 ; Minson 1988). Le stade phénologique et la saison tel que considérés ici ne sont donc pas adéquats pour exprimer l'évolution des digestibilités de ce fourrage.

C'est pour les matières azotées que les plus grandes fourchettes de variation de digestibilité ont été trouvées. D'une façon générale, à teneurs équivalentes en MAT, les MAT des ligneux ou des rations qui les composent sont moins digestibles que celles des herbacées en pure ou complétementées avec des sous-produits. Cependant, contrairement à beaucoup d'autres ligneux, la dMA des feuilles de *Balanites aegyptiaca* est comparable à celle des herbacées. La relation entre MAD et MAT est tout aussi étroite que celle trouvée pour les herbacées (Kaboré-Zoungana et al 1999). *Balanites aegyptiaca* se caractérise par sa richesse en MAT et une fraction relativement faible de MAADF. Les teneurs en MAND sont du même ordre que celles trouvées par Fall (1993) pour l'espèce (44g), et par d'autres auteurs (Demarquilly et al 1978 ; Dugmore and Toit 1988 ; Kaboré-Zoungana et al 1999) pour les herbacées.

L'estimation des teneurs en matières azotées disponibles de l'espèce est par conséquent possible à partir des teneurs dans l'aliment. Cette uniformité nutritionnelle des matières azotées conduit à une digestibilité réelle de 87% pour l'espèce. Reed et al (1990) ont trouvé pour des aliments non tannifères une digestibilité réelle identique (86%).

La distribution des feuilles de *Balanites aegyptiaca* associées à du foin de graminée dans les proportions 60/40 a permis de mettre en évidence une absence d'interaction digestive entre les deux aliments. Par contre, avec des rations contenant d'autres fourrages ligneux, des phénomènes d'interactions digestives ont été trouvées (Fall et al 1998). Aussi, la présence de tannins condensés a un effet négatif sur la cellulolyse et provoque une baisse de la digestibilité (Fall et al 1998). Le taux d'acide tannique de 5% est considéré par divers auteurs comme étant le seuil critique car les faibles proportions peuvent être tolérées et même favoriser l'absorption des acides aminés dans l'intestin grêle en les protégeant des effets du suc gastrique (Getachew et al 2000).

L'effet bénéfique sur les performances de l'association des ligneux à une ration de base d'herbacées a été observé et exploité par beaucoup d'auteurs (Fall et al 1997 ; Wiegand et al 1996 ; Bosma and Bicaba 1997). Le gain moyen quotidien est associé à une augmentation de la quantité de MAT ingérée des rations qui influencerait beaucoup plus que la digestibilité sur les gains de poids vifs (Pratchett 1977).

## Conclusion

- *Balanites aegyptiaca* est une espèce intéressante de par sa disponibilité fourragère quasi-permanente, sa résistance aux pressions extérieures et ses teneurs élevées en matières azotées des feuilles.
- Les facteurs de variation exprimés (stade phénologique, saison et âge) dans notre étude ont un effet certain sur les teneurs en MAT. C'est au cours de la phase feuillaison-fructification, et la saison des pluies que les teneurs en MAT et les DMA sont élevées.
- Les feuilles de *Balanites aegyptiaca* peuvent constituer une source potentielle de complément en matières azotées et en éléments minéraux, exceptés pour le phosphore et le sodium, si elles sont récoltées entre les stades feuillaison et fructification.
- La réaction intéressante de feuillaison successive de l'espèce, suite aux attaques, laisse penser que du fourrage jeune, donc de meilleure qualité, pourrait être continuellement obtenu au cours du temps, permettant ainsi d'accroître le disponible fourrager (quantitatif et qualitatif) des pâturages.
- L'intérêt multiple de *Balanites aegyptiaca* constitue une raison suffisante pour proposer l'introduction de cette espèce dans les systèmes de culture notamment de façon intensive en banques fourragères. Toutefois, des études s'avèrent nécessaires pour préciser les conditions de mise en culture, de production et de gestion de cette ressource.

## Références bibliographiques

- Abdulrazak S A, Fujihara T, Ondiek J K and Ørskov E R 2000** Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Animal Feed Science and Technology* 85: 89-98
- Aganga A A and Mosase K W 2001** Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Ziziphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology* 91: 107-113
- Barnes J G, Blankenship L H, Varner L W and Gallagher J F 1991** Digestibility of guafillo for white-tailed deer. *Journal of Range Management* 44 (6): 606-610
- Borens F M P and Poppi D P 1990** The nutritive value for ruminants of Togasaste (*Chamaecystis palmensis*), a leguminous tree. *Animal Feed Science and Technology* 28: 275-295

- Bosma R H and Bicaba M Z 1997** Effect of addition of leaves from *Combretum aculeatum* and *Leucena leucocephala* on digestion of Sorghum stover by sheep and goats. *Small Ruminants Research* 24: 167-173
- Colomer S J and Passera C B 1990** The nutritional value of *Atriplex* spp. on fodder for arid regions. *Journal of Arid Environments* 19 (3): 289-295
- Cook J A, Vanderjagt D J, Pastuszyn A, Mounkaila G, Glew R S and Glew R H 1998** Nutrient content of two indigenous Plant foods of the western Sahel : *Balanites aegyptiaca* and *Maerua crassifolia*. *Journal of food composition and analysis* 11: 221-230
- Demarquilly C, Xande A et Chenost M 1978** Composition et valeur nutritive des pâturages tropicaux. In *Alimentation des ruminants*. INRA, Versailles, pp. 579-584
- Do Thi Than Van , Nguyen Thi Mui and Ledin I 2005** Tropical foliages: effect of presentation method and species on intake by goats. *Animal Feed Science and Technology* 118: 1-17
- Dugmore J J and Toit J H 1988** The chemical composition and nutritive value of Kkiyu pasture. *South African Tydskr. Veek* 18 (2): 72-75
- Fadel Elseed A M A, Amin A E, Khadiga A, Abdel Ati J, Sekine M, Hishinuma M and Hamana K 2002** Nutritive evaluation of some fodder tree species during the dry season in Central Sudan. *Asian-australasian Journal of Animal Science* 15 (6): 844-850
- Fall S T 1993** Valeur nutritive des fourrages ligneux. Leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux, Thèse Doctorat. Université des Sciences et Techniques de Languedoc, ENSAM Montpellier, France, 143 p
- Fall S T and Michalet Doreau B 1995** Nitrogen partition in cell structures of tropical browse plants compared with temperate forages: influence on their in situ degradation pattern. *Animal Feed Science and Technology* 51: 65-72
- Fall S T, Traore E, N'diaye K, N'diaye N S et Seye B M 1997** Utilisation des fruits de *Faidherbia albida* pour l'alimentation des bovins d'embouche paysanne dans le bassin arachidier au Sénégal. *Livestock Research for Rural Development* 9 (5) <http://www.lrrd.org/lrrd9/5/fall95.htm>
- Fall S T, Michalet-Doreau B, Traoré E, Friot D and Richard D 1998** Occurrence of digestive interactions in tree forage based diets for sheep. *Animal Feed Science and Technology* 74: 63-78
- Fournier A 1990** Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Paris VI, France, 312 p
- Getachew G, Makkar H P S and Becker K 2000** Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *British Journal of Nutrition* 84: 73-83
- Grouzis M et Sicot M 1980** Une méthode d'étude phénologique de population d'espèces ligneuses sahélienne : Influence de quelques facteurs écologiques. In (H.N.) Le Houérou (Editeur), *Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique, état des connaissances*. Addis-Abeba, Ethiopie, 8-12 avril, CIPEA, pp. 231-237
- INRA 1978** *Alimentation des ruminants*. INRA Edition, Versailles, 597 p
- Kaboré-Zougrana C 1995** Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudanais et des sous-produits du Burkina faso. Thèse de Doctorat d'état ès Sciences Naturelles. Université de Ouagadougou, Faculté des Sciences et Techniques, 244 p. + annexe
- Kaboré-Zougrana C, Kiéma S et Nianogo A J 1997** Valeur nutritive des sous-produits agricoles et sous-produits agro-industriels du Burkina Faso. *Science et technique, Sciences Naturelles* 22 (2) : 81-88
- Kaboré-Zougrana C, Toguyeni A et Sana Y 1999** Ingestibilité et Digestibilité chez le mouton des foin de cinq graminées tropicales. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 52 (2): 147-153 [http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT99\\_2.PDF](http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT99_2.PDF)
- Kamel M S and Koskinen A 1995** Pregnane glycosides from fruits of *Balanites aegyptiaca*. *Phytochemistry* 40 (6): 1773-1775
- Koné A R 1987** Valeur nutritive des ligneux fourragers des régions sahéliennes et soudaniennes d'Afrique occidentale : Recherche d'une méthode simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur azotée. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle. Université de Paris

VI-IEMVT, 205 p

**Koné A R, Guérin H et Richard D 1987** Contribution à la mise au point d'une méthode d'étude de la valeur nutritive des fourrages ligneux. Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants IRZ/IEMVT. N°Gaoundéré (Cameroun), 16-20 novembre 1987. Etudes et Synthèses de l'IEMVT n°30 pp. 789-809

**Le Houérou H N 1980a** Composition chimique et valeur nutritive des fourrages ligneux en Afrique tropicale occidentale. *In* (H N Le Houérou (Editeur), Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique, état des connaissances. Addis-Abeba, Ethiopie, 8-12 avril, CIPEA, pp. 259-284

**Le Houérou H N 1980b** The rangelands of the sahel. *Journal of Range Management* 33 (1): 41-46

**Lockett C T, Calvert C C and Grivetti L E 2000** Energy and micronutrient composition of dietary and medicinal wild plants consumed during drought. Study of rural Fulani, Northeastern Nigeria. *International Journal of Food Science and Nutrition* 51: 195-208

**Malau-Aduli B S, Eduvie L, Lakpini C and Malau-Aduli A E 2003** Chemical compositions, feed intakes and digestibilities of crop residue based rations in non-lactating Red Sokoto goats in the subhumid zone of Nigeria. *Animal Science Journal* 74: 89-94

**Melaku S, Peters K J and Tegene A 2005** Intake, digestibility and passage rate in Menz sheep fed tef (*Eragrostis tef*) straw supplemented with dried leaves of selected multipurpose trees, their mixtures or wheat bran. *Small Ruminants Research* 56: 139-149

**Milford R and Minson D J 1965** Intake of tropical pasture species. In Proceedings of the 9th International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil, pp. 815-822

**Minson D J 1988** The chemical composition and nutritive value of tropical legumes. In Tropical forage legumes, FAO Rome 1988, pp. 185-193

**Prattchett D 1977** Factors limiting liveweight beef cattle on rangeland of Bostwana. *Journal of Range Management* 30 (6): 442-445

**Reed J D, Soller H and Woodward A 1990** Fodder tree and straw diets for sheep: Intake, growth, digestibility and the effects of phenolics on nitrogen utilisation. *Animal Feed Science and Technology* 30: 39-50

**Sarker S D, Bartholomew B and Nash R J 2000** Alkaloides from *Balanites aegyptiaca*. *Phytochemical communication. Fitoterapia* 71: 328-330

**Savado S 2004** Contribution au suivi écologique des ressources fourragères dans la zone de chasse de Pama Nord et le ranch de gibier de Singou. Mémoire d'ingénieur, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, Burkina Faso, 89 p

**Statgraphics 2005** Statgraphics Centurion XV User Manuel. Statpoint, Inc.

**Toutain B 1980** Le rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudaniennes de l'Afrique de l'Ouest. *In* (H N Le Houérou, Editeur.), Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique, état des connaissances. Addis-Abeba, Ethiopie, 8-12 avril, CIPEA, pp. 105-110.

**Wiegand R O, Reed J D and Combs D K 1996** Leaves from tropical trees as protein supplements in diets for sheep. *Tropical Agriculture* 73 (1): 62-68

*Received 3 February 2007; Accepted 8 January 2008; Published 4 April 2008*

[Go to top](#)