

ZV 0000 846

014

Séminaire Régional sur les Fourrages et l'Alimentation des Ruminants
I.R.Z. / I.E.M.V.T. - N'Gaoundéré (Cameroun) - 16-20 novembre 1987

(Etudes et synthèses de l'I.E.M.V.T. n°30 : 745 -776)

LES PARAMETRES DE PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DE
QUATRE GRAMINEES TROPICALES CULTIVEES

D. Richard*, H. Guerin** et D. Friot*

*ISRA/IEMVT - Laboratoire National de l'Elevage - B.P. 2057 -
Dakar - Sénégal

** I.E.M.V.T. - 10, rue Pierre Curie - 94704 Maisons-Alfort
Cedex - France

LES PARAMETRES DE PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DE
QUATRE GRAMINEES TROPICALES CULTIVEES

D. Richard*, H. Guerin** et D. Friot*

* ISRA/IEMVT - Laboratoire National de l'Elevage - B.P. 2057
- Dakar - Sénégal

** I.E.M.V.T. - 10, rue Pierre Curie - 94704 Maisons-Alfort
Cedex - France

RESUME

La valeur alimentaire de quatre graminées (Brachiaria mutica, Panicum maximum var. K.187 B, Panicum maximum Sotuba et Pennisetum) a été étudiée dans la région du Cap-vert au Sénégal et en Côte-d'Ivoire. Les mesures de digestibilité (n = 92) ont été faites sur moutons. Les fourrages ont été distribués en vert, l'âge des repousses allant de 21 à 76 jours.

Les résultats ont été séparés selon les saisons : une saison froide (SF) au cours de laquelle les températures minimales sont inférieures à 19° C et une saison chaude (SC).

Les compositions chimiques des quatre graminées sont peu différentes en SF. En revanche, les teneurs en constituants pariétaux toujours plus élevées en SC différencient les fourrages à cette saison. Les teneurs les plus importantes en CB, NDF, ADF et ADL ne sont cependant pas toujours observées pour la même graminée.

La digestibilité de la matière organique a été comprise entre 47 et 74 p.100 en SC et entre 61 et 80 p.100 en SF. Les équations de prévision de la DMO les plus précises sont obtenues avec comme variables explicatives l'âge des repousses (J) plus la teneur en MAT, J plus la teneur en ADF ou lignine et la teneur en MAT plus la lignine.

Les quantités de matière sèche volontairement ingérée (MSVI) ont varié de 29 à 99 g/kg P 0,75. Les ingestibilités des fourrages de SC sont toujours plus faibles. Les MSVI du Brachiaria et des deux Panicum présentent des liaisons significatives avec la DMO et les constituants pariétaux. Mais il faut inclure les quantités de matière sèche offerte (MSO) comme variable explicative pour obtenir de bonnes prévisions. Les écarts-types résiduels sont alors inférieurs à quatre grammes avec l'âge des repousses et/ou l'ADF ou la lignine. Dans le cas du Pennisetum, le principal facteur de

facteur âge n'influence donc pas la comparaison des graminées entre elles, ni entre les saisons.

Tableau 1 -Moyenne (m), écart type (s) et valeurs extrêmes des temps de repousses (en jours) des graminées étudiées.

Espèce et variété		Saison chaude	Saison froide	Total
Erachiaria mutica	n m (s) extr.	11 47(16) 25-76	7 46(19) 25-76	18 46(16) 25-76
Panicum maximum K 187 B	n m (s) extr.	28* 41(13) 21-63	3 40(15) 25-55	31 41(13) 21-63
Panicum maximum Sotuba	n m(s) extr.	17 48(12) 25-68	6 48(12) 31-61	23 48(12) 25-68
Pennisetum purpureum kizozi	n m(s) extr.	13 50(16) 24-73	7 46(17) 24-67	20 48(16) 24-73
Total	n m(s) extr.	69 45(14) 21-76	23 46(15) 24-76	92 45(14) 21-76
Analyse de variance entre les fourrages		NS	NS	NS
Comparaison des moyennes des 2 saisons		NS		

* dont 19 résultats obtenus en Côte-d'Ivoire

Composition chimique des quatre graminées

Les résultats sont présentés en fonction des saisons. En effet, pour tous les paramètres étudiés, les moyennes observées en SC diffèrent significativement de celles obtenues en SF.

LES **PARAMETRES** DE PREVISION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DE
QUATRE GRAMINEES TROPICALES CULTIVEES

D. Richard*, H. Guerin** et D. Friot*

- * ISRA/IEMVT - Laboratoire National de l'Elevage - B.P. 2057
- Dakar - Sénégal
** I.E.M.V.T. - 10, rue Pierre Curie - 94704 Maisons-Alfort
Cedex - France

RESUME

La valeur alimentaire de quatre graminées (Brachiaria mutica, Panicum maximum var. K.187 B, Panicum maximum Sotuba et Pennisetum) a été étudiée dans la région du Cap-vert en Sénégal et en Côte-d'Ivoire. Les mesures de digestibilité ($n = 92$) ont été faites sur moutons. Les fourrages ont été distribués en vert, l'âge des repousses allant de 21 à 76 jours.

Les résultats ont été séparés selon les saisons : une saison froide (SF) au cours de laquelle les températures minimales sont inférieures à 19° C et une saison chaude (SC).

Les compositions chimiques des quatre graminées sont peu différentes en SF. En revanche, les teneurs en constituants pariétaux toujours plus élevées en SC différencient les fourrages à cette saison. Les teneurs les plus importantes en CB, NDF, ADF et ADL ne sont cependant pas toujours observées pour la même graminée.

La digestibilité de la matière organique a été comprise entre 47 et 74 p.100 en SC et entre 61 et 80 p.100 en SF. Les équations de prévision de la DMO les plus précises sont obtenues avec comme variables explicatives l'âge des repousses (J) plus la teneur en MAT, J plus la teneur en ADF ou lignine et la teneur en MAT plus la lignine.

Les quantités de matière sèche volontairement ingérée (MSVI) ont varié de 29 à 99 g/kg P 0,75. Les ingestibilités des fourrages de SC sont toujours plus faibles. Les MSVI du Brachiaria et des deux Panicum présentent des liaisons significatives avec la DMO et les constituants pariétaux. Mais il faut inclure les quantités de matière sèche offerte (MSO) comme variable explicative pour obtenir de bonnes **prévisions**. Les écarts-types résiduels sont alors inférieurs à quatre grammes avec l'âge des repousses et/ou l'ADF ou la lignine. Dans le cas du Pennisetum, le principal facteur de

variation des quantités ingérées est la teneur en matière sèche.

Mots-clefs : BRACHIARIA MUTICA ; PANICUM MAXIMUM ; PENNISETUM PURPUREUM ; VALEUR NUTRITIVE ; INGESTIBILITE ; PREVISION ; SENEGAL: COTE D'IVOIRE

PARAMETERS FOR PREDICTING THE NUTRITIVE VALUE OF FOUR
CULTIVATED TROPICAL GRASSES

D. Richard*, H. Guerin** and D. Friot*

*ISRA/IEMVT - Laboratoire National de l'Elevage - BP 2057 -
Dakar - Senegal

**I.E.M.V.T.- 10, rue Pierre Curie - 94704 Maisons-Alfort
Cedex- France

SUMMARY

A study on the nutritive value of four grasses (Brachiaria mutica, Panicum maximum var. K.187B, Panicum maximum Sotuba and Pennisetum purpureum) has been carried out in the Cap Vert Region of Senegal and in Ivory Coast. Data (n=92) were collected on sheep kept in digestibility cages. The animals were fed on green fresh forage (regrowths of 21 to 76 days).

The results were separated according to the seasons: a cold season (CS) during which temperature minima fell below 19°C, and a warm season (WS).

The chemical compositions of the four grasses are very similar during the CS. On the contrary the levels of cell wall constituents which are always higher in the WS are different for each forage. The highest levels for CF, NDF, ADF and ADL were however not always encountered in the same grasses.

The digestibility of the organic matter (DOM) was between 47 and 74% in the WS and between 61 and 80% in the CS. The most accurate equations for prediction of the DOM were obtained with the age of regrowths (J) plus crude protein content, J plus the ADF or ADL content, and the crude protein plus ADL contents as variables.

The dry matter intake (DMI) varied from 29 to 99 g/kg wo.75. The forage DMI during the WS were always lower. The DMI values for Brachiaria and the two Panicum had a significant relation to the DOM and cell wall content. However, in order to have a good prediction, it is necessary to include the DM offered to the animals as a variable. The residual standard deviations are in this case lower by four grams with respect to the age of the regrowths and/or the ADF or

ADL. In the case of Pennisetum, the main **factor** influencing the variation in intake **is** the DM content.

Keywords: BRACHIARIA MUTICA ; PANICUM MAXIMUM: PENNISETUM
PURPUREUM; NUTRITIVE VALUE: DRY **MATTER** INTAKE;
PRODUCTION; SENEGAL; COTE D'IVOIRE

La culture des graminées peut être un des éléments d'un système de production bovine intensive. Les caractéristiques agronomiques et alimentaires des graminées cultivées doivent donc être connues pour leur mise en place et leur utilisation par l'éleveur. Le premier aspect a été relativement bien étudié en zone tropicale car la production fourragère a été largement orientée vers une production élevée de biomasse. L'aspect valeur alimentaire n'a pas toujours été considéré avec beaucoup d'attention.

Bien qu'il existe un certain nombre de résultats sur la composition chimique, sur la digestibilité (Butterworth, 1967, Bogdan, 1977) et plus rarement sur la consommation de matière sèche des graminées tropicales cultivées (Xandé et Garcia-Trujillo, 1985), ces données restent difficiles à analyser car, dans bon nombre de cas, les facteurs de variation de la valeur alimentaire ne sont pas rapportés. Par ailleurs, peu de publications font état des paramètres de prévision de la digestibilité et de l'ingestibilité de ces graminées.

Dans le cadre d'études sur la valeur alimentaire des fourrages tropicaux, des mesures de digestibilité *in vivo* ont été faites sur 4 graminées en Côte-d'Ivoire et au Sénégal. Les différents paramètres mesurés sur les fourrages et les analyses chimiques effectuées ont permis de dégager des éléments de prévision de la valeur alimentaire.

L'expression "valeur alimentaire" est empruntée à Demarquilly (1968). Elle inclut la valeur nutritive et l'ingestibilité du fourrage. La Première, caractérisée par la concentration en différents éléments nutritifs, est étudiée par analyse chimique et essais de digestibilité sur moutons en cage. Au cours de ces essais peut également être mesurée l'ingestibilité qui est la quantité de fourrage ingéré lorsqu'il est distribué seul et à volonté.

1. Matériel et Méthodes

Localisation des essais

Les essais ont été effectués au Sénégal à la station de Sangalkam et en Côte-d'Ivoire au centre de recherche zootechnique (CRZ) de Bouaké.

La station de Sangalkam est à une latitude de 14,7 degrés Nord. Le climat y est de type sahélien, sous-type

canarien. Les relevés de température et de pluviométrie de 1975 à 1986, analysés par Perrot (1987), montrent une pluviométrie moyenne de 378 mm (coefficient de variation de 35 p.100). Les mois de juillet, août et septembre reçoivent 89 p.100 des précipitations annuelles.

L'évapotranspiration annuelle moyenne est de 1274 mm.

La température moyenne est de 24,9°C avec des maxima mensuels moyens variant de 26,7 à 32,7°C, et des minima mensuels moyens allant de 15 à 24,5°C. Les mois les plus froids sont décembre, janvier et février.

Ces cycles de pluviosité et de température font distinguer une saison des pluies de juillet à septembre-octobre, une saison sèche froide de décembre à mars et une saison sèche chaude d'avril à juin. Le mois de novembre est intermédiaire : il se caractérise par un abaissement progressif de la température et de l'hygrométrie entre la saison des pluies et la saison sèche fraîche.

Les données ont été regroupées en fonction des seules variations de la température : on a donc simplement distingué une saison chaude et une saison froide. En effet, Roberge (communication personnelle) et Roberge et Perrot (1989) ont montré que la croissance des graminées est proportionnelle à la somme des températures minimales tout au long de la repousse : une modification des vitesses de croissance est observée durant les mois au cours desquels les moyennes des températures minimales sont comprises entre 18,1 et 20,5°C. En dessous de ces températures, les graminées ont une croissance faible, en dessus les productions de matière sèche par hectare et par jour sont élevées. La limite de 19°C a donc été adoptée pour différencier la saison froide (SF) et la saison chaude (SC). Les changements de saison ont lieu en avril et en novembre. Ces deux saisons diffèrent principalement par les moyennes des températures minimales, respectivement 22,7°C et 16,3°C alors que les moyennes des températures maximales sont proches : 30,8°C en saison chaude, 28,6°C en saison froide.

Le CRZ de Bouaké (Côte-d'Ivoire) est à la latitude de 7.5' Nord. Le climat y est de type guinéen forestier sous-type baouléen-dahoméen. La pluviosité moyenne est voisine de 1200 mm. La saison des pluies dure de mars à octobre avec 2 maxima en juin et en septembre et des précipitations plus faibles entre ces 2 mois caractérisant la petite saison sèche. L'évapotranspiration moyenne est de 1485 mm par an.

La température moyenne (26,5°C) est peu variable tout au long de l'année. Les moyennes mensuelles des températures minimales sont comprises entre 20,2°C et 22°C. Sur l'ensemble de l'année, les moyennes des maxima et de minima sont 30,7 et

21°C. Les graminées cultivées à Bouaké correspondent donc à des fourrages cultivés en saison chaude au Sénégal.

A la station de Sangalkam, les sols sont variables allant d'une texture sableuse à argilo-sablo-limoneuse. A Bouaké, les cultures ont été pratiquées sur des sols rouges ferrugineux tropicaux. Dans les deux cas, les sols sont acides.

Les graminées étudiées

Quatre graminées ont fait l'objet d'une étude de la valeur alimentaire. Trois ont été choisies pour leur rendement élevé en matière sèche : *Panicum maximum* var. Sotuba et var. K 187 B, *Pennisetum purpureum* var. Kizosi. La quatrième graminée étudiée, *Brachiaria mutica*, a été choisie pour son adaptation aux zones inondées.

Tous ces fourrages ont été étudiés au Sénégal. En Côte-d'Ivoire, parmi les essais menés par Glattleider (1976) seules les mesures faites sur *Panicum maximum* var. K 187 B ont été incluses dans cette étude suite à un travail d'analyses chimiques complémentaires et à un traitement statistique qui n'a montré aucune différence significative avec les résultats collectés au Sénégal en saison chaude, à l'exception des teneurs en matière sèche.

Les fourrages ont été cultivés avec fumure (entre 50 et 75 kg d'azote/ha/coupe, 35 kg de phosphore et 50 kg de potassium) et irrigation par aspersion (apports de 4mm/j en SF et de 5 mm/j en SC au Sénégal, de 1 8 5 mm/j en Côte-d'Ivoire).

Les repousses ont été fauchées entre des âges de 21 et 76 jours sur des parcelles implantées depuis 1 à 3 ans.

Les aspects agronomiques et la productivité de ces fourrages sont rapportés par Pernes et al. (1976), Roberge et al (1976), Boyer (1977), Boyer et Roberge (1985), Roberge (1985).

Méthode de mesure de la valeur alimentaire

Mesure sur animaux et constitution des échantillons

La méthode de référence est la mesure de la digestibilité sur moutons en cage.

Les animaux utilisés ont été des béliers entiers de races peul-peul au Sénégal et djallonké en Côte-d'Ivoire. Les poids moyens ont été de 31,9 kg à Sangalkam et de 27,5 kg à Bouaké. Quatre à six béliers étaient utilisés pour un essai.

Les animaux ont été adaptés à leur régime dans des loges individuelles sur caillebotis, d'une dimension de 1,2 x 1,2 m. L'aliment était distribué dans une auge. De l'eau était constamment à leur disposition.

Après une période de 11 jours en loge, les moutons étaient montés dans des cages à digestibilité d'une surface de 0,7 m² (1,3 x 0.54 m) où ils étaient maintenus par un collier mobile dans la hauteur. Les fèces étaient collectées dans un bac. Le fourrage a été distribué dans une auge de 85 dm³ environ. Les animaux étaient abreuvés deux fois par jour au moyen de seaux.

Les moutons restaient 10 jours dans ces cages ; les 4 premiers jours étaient encore une période d'adaptation à ce nouvel environnement, les 6 jours suivants étaient la période de mesure au cours de laquelle les fèces étaient collectées chaque matin, pesées et séchées à 80°C en étuve, puis conservées individuellement.

Les fourrages ont été fauchés chaque jour en une ou deux fois. Ils provenaient de parcelles ayant fait l'objet d'une fauche complète avant l'essai et coupées selon les besoins des animaux tout au long d'un cycle de repousse. L'âge moyen du fourrage, lors d'un essai, est celui du jour correspondant au milieu de la période de mesure. Cela correspond à un essai en "continu" décrit par Demarquilly et Boisseau (1976). Dans quelques cas, le fourrage a été distribué à âge constant, des coupes de régularisation ayant été pratiquées à un intervalle d'une journée sur une vingtaine de parcelles pour un essai de digestibilité.

Tout au long de l'essai, les quantités de fourrage distribué et refusé ont été pesées et ont fait l'objet d'un échantillonnage pour mesurer la teneur en matière sèche (MS). Les échantillons séchés à 80°C ont été conservés. Dans la majorité des cas, les fourrages ont été distribués hachés en brins d'une longueur de 5 à 25 cm. Les moutons ont été alimentés ad libitum. Les taux de refus (quantité de MS refusée exprimée en pourcentage de la MS offerte) ont varié de 5 à 55 p.100 (moyenne : 23,6 p.100).

En fin d'essai les digestibilités de la matière sèche (DMS) ont été calculées individuellement pour chaque mouton et les échantillons quotidiens de fourrage "offert" ont été mélangés pour constituer un seul échantillon. Le plus souvent les refus et les fèces ont également été mélangés, mais il aurait été préférable d'écarter les échantillons individuels correspondants aux animaux dont la digestibilité s'écartait de plus de 5 points de la moyenne, règle qui n'a pas toujours été respectée.

En fin d'essai, 3 échantillons étaient donc normalement disponibles (offert, refusé et fèces) pour faire l'objet d'analyses chimiques et enzymatiques.

Analyses chimiques et enzymatiques

Les analyses ont été faites suivant les méthodes classiques codifiées et décrites par l'AFNOR (1981).

Les analyses classiques comprennent le dosage de l'eau en étuve à 103°C, des cendres par incinération à 550°C, de l'azote par la méthode de Kjeldahl, de la cellulose brute dite de "Weende" par deux hydrolyses successives, de l'extrait étheré par extraction à l'éther, des minéraux (calcium, phosphore, potassium) par spectrophotométrie d'absorption atomique ou photométrie, et de l'insoluble chlorhydrique (assimilé à la silice) résidu obtenu après la mise en solution des minéraux dans l'acide chlorhydrique.

Les autres analyses ont été faites suivant les méthodes préconisées par le BIPEA (Bureau interprofessionnel pour l'étude analytique des aliments), bureau chargé de codifier les analyses avant qu'elles soient l'objet d'une normalisation.

Ces analyses ont porté sur les dosages des parois par la méthode de Van Soest (1963) : "Neutral Detergent Fiber" ou parois totales (NDF), "Acid Detergent Fiber" ou ligno-cellulose (ADF) et "Acid Detergent Lignin" ou lignine (ADL) obtenue après passage du résidu ADF dans de l'acide sulfurique à 72 p.100, et enfin de l'azote soluble dans une solution tampon de pH 6,9 (Méthode de Mme Durand in Vérité et Demarquilly, 1978).

Quelques échantillons de fourrage offert et refusé ont fait l'objet de mesure de dégradabilité dans la pepsine et la cellulase selon la méthode de Aufrère (1982). Ces mesures n'ont porté que sur les échantillons de 24 essais (13 Brachiaria et 11 Panicum).

2. Résultats

Le nombre total de mesures de valeur alimentaire a été de 92. Les effectifs et les âges moyens des repousses étudiées sont indiqués dans le tableau 1.

La comparaison des âges moyens par analyse de variance montre l'absence de différence significative entre les quatre graminées. Il en est de même pour les saisons : les temps de repousse moyens ne diffèrent pas entre la SC et la SF. Le

facteur âge n'influence donc pas la comparaison des graminées entre elles, ni entre les saisons.

Tableau 1 -Moyenne (m), écart type (s) et valeurs extrêmes des temps de repousses (en jours) des graminées étudiées.

Espèce et variété		Saison chaude	Saison froide	Total
Brachiaria mutica	n m (s) extr.	11 47(16) 25-76	7 46(19) 25-76	18 46(16) 25-76
Panicum maximum K 187 B	n m (s) extr.	28* 41(13) 21-63	3 40(15) 25-55	31 41(13) 21-63
Panicum maximum Sotuba	n m(s) extr.	17 48(12) 25-68	6 48(12) 31-61	23 48(12) 25-60
Pennisetum purpureum Kizozzi	n m(s) extr.	13 50(16) 24-73	7 46(17) 24-67	20 48(16) 24-73
Total	n m(s) extr.	69 45(14) 21-76	23 46(15) 24-76	92 45(14) 21-76
Analyse de variance entre les fourrages		NS	NS	NS
Comparaison des moyennes des 2 saisons		NS		

* dont 19 résultats obtenus en Côte-d'Ivoire

Composition chimique des quatre graminées

Les résultats sont présentés en fonction des saisons. En effet, pour tous les paramètres étudiés, les moyennes observées en SC diffèrent significativement de celles obtenues en SF.

Composition chimique des quatre graminées

Les résultats sont présentes en fonction des saisons. En effet, pour tous les paramètres étudiés, les moyennes observées en SC diffèrent significativement de celles obtenues en SF.

Les teneurs en matière sèche, en matibre organique et en ses différents constituants ainsi qu'en minéraux sont présentés dans le tableau 2 pour la SC et le tableau 3 pour la SF.

En SC, période de forte croissance des fourrages, les compositions chimiques des quatre graminées diffèrent les unes des autres, à l'exception des teneurs en MAT. Par rapport aux moyennes de SF, des teneurs moyennes plus élevées en matière organique (+ 29 g/kg MS), en cellulose brute (+ 54 g/kg MS), en NDF (+ 53 g/kg MS), ADF (+ 66 g/kg MS) et en lignine (+ 11 g/kg MS) sont observées, alors que les teneurs en matière sèche (- 41 g/kg brut), en matières azotées totales (- 21 g/kg MS) et en minéraux sont plus faibles.

Des liaisons significatives ont pu être établies entre les teneurs en certains constituants et l'âge des repousses qui est, après les saisons, un facteur de variation important de la composition chimique. Les teneurs en matières azotées totales (MAT) diminuent avec le temps, alors que les teneurs en constituants pariétaux augmentent comme le montrent les équations suivantes (MAT, CB, NDF, ADF en g/kg MS et J en jours) :

	ETR	r
Ensemble des graminées en SC MAT = - 153 log J + 356	22	0,72
<u>Brachiaria mutica</u> en SC CB = 0.75 J + 295	17	0,87
<u>Brachiaria, Panicum maximum</u> K187 B et <u>Pennisetum purpureum</u> en SC NDF = 1,6 J + 640	31	0,61
Ensemble des fourrages en SF ADF = 0,91 J + 319	25	0,5

Il existe, par ailleurs, un certain nombre de liaisons entre les constituants de la matière organique (Richard, 1987).

La solubilité de l'azote a été mesurée sur 24 échantillons. Elle est en moyenne de 24,2 p.100 (s = 3,4). La solubilité est indépendante de l'âge des repousses. Les teneurs en matières azotées solubles varient de 12 à 47 g/kg MS ; elles sont liées à l'âge des repousses.

Tableau 2 - Teneurs moyennes en matière sèche, matière organique et en ses constituants, et en minéraux des 4 graminées en saison chaude (moyenne, écart type, extrêmes en g/kg brut pour la matière sèche, en g/kg MS pour les autres résultats)

Espèce et variété constituant	Brachiaria mutica	Panicum maximum var. K 187 B	Panicum maximum var. Sotuba	Pennisetum purpureum var. Kizozzi	Comparaison entre graminées (analyse de variance)
Matière sèche	206 (31) 160-254	193 (37) 143-293	163 (30) 129-239	139 (29) 96-207	S*
Matière organique	891 (8) 879-906	897 (12) 874-920	862 (22) 815-887	833 (85) 833-889	S*
Matières azotées totales	103 (34) 67-184	101 (38) 61-201	109 (19) 80-149	117 (28) 76-175	NS
Cellulose brute	330 (23) 292-361	372 (33) 313-437	366 (19) 319-393	303 (38) 303-389	S*
N D F	719 (40) 662-795	710 (43) 613-794	715 (62) 715-802	718 (40) 640-733	S*
4 D F	409 (03) 340-462	411 (39) 325-473	459 (20) 425-485	444 (26) 392-471	s*
Lignine	59 (13) 36-78	48 (10) 33-70	72 (14) 49-100	58 (8) 43-65	s*
Insoluble chlorhydrique	35 (3) 28-38	26 (5) 20-36	53 (13) 33-85	41 (6) 31-52	S**
Calcium	3,2 (0,8) 2,1 - 4,4	3,9 (0,6) 2,8 - 5	3,6 (0,4) 3,1 - 4,9	2,4 (0,5) 1,5 - 3,3	s*
Phosphore	3,3 (0,5) 2,6 - 4,3	2,6 (0,7) 1,6 - 4,3	4,1 (0,8) 2,7 - 5,9	4,5 (0,7) 3,3 - 5,6	S*
Potassium	22 (5) 16-29	12 (2) 11-25			

S : différence significative pour $\alpha = 0,005$ (*), $\alpha = 0,01$ (**), $\alpha = 0,001$ (***)

NS : différence non significative

Tableau 3 - Teneurs moyennes en matière sèche, en matière organique et en ses constituants, en minéraux des 4 graminées en saison froide (moyenne, écart type, extrêmes en g/kg brut pour la matière sèche, en g/kg MS pour les autres résultats).

Espèce et variété Constituant	Brachiaria mutica	Panicum maximum var. K 187 B	Panicum maximum var. Sotuba	Pennisetum purpureum var. Kizoi	Comparaison entre graminées (analyse de variance)
Matière sèche	235 (63) 180-347	219 (44) 185-269	245 (18) 244-266	179 (31) 140-239	S*
Matière organique	872 (10) 858-886	885 (10) 875-894	823 (15) 797-841	848 (25) 805-884	S*
Matières azotées totales	128 (35) 84-174	138 (39) 94-166	113 (11) 98-129	134 (29) 82-176	NS
Cellulose brute	291 (23) 260-314	301 (15) 290-318	302 (12) 291-318	321 (24) 285-349	NS
N D F	661 (45) 604-731	654 (26) 631-682	680 (23) 662-715	664 (23) 632-696	NS
A D F	351 (42) 300-420	358 (16) 344-375	365 (12) 351-374	366 (19) 332-386	NS
Lignine	49 (12) 33-65	32 (3) 29-35	47 (3) 45-53	46 (8) 37-61	S*
Insoluble chlorhydrique	54 (2) 50-56		109 (13) 95-120	69 (17) 52-98	
Calcium	4,6 (0,9) 3,7-5,8	5,6 (0,5) 5 - 6	5,7 (0,6) 5,2-6,8	3,8 (0,4) 3,4-4,7	S*
Phosphore	3,9 (0,3) 3,2-4,3	5,4 (2,1) 3,5-7,6	5,3 (0,5) 4,7-5,9	5,1 (1,7) 2,5-7,2	NS
Potassium	24,8 (6) 17,4-29,3	18,9 (3,7) 15-22,3			

Légende : cf. tableau 2

Digestibilité de la **matière sèche**, de la **matière organique** et de ses constituants

Les résultats moyens des digestibilités sont rapportés dans les tableaux 4 et 5. Ils ne sont pas mentionnés pour le NDF, l'ADF et la lignine, car les analyses de ces constituants n'ont pas été pratiquées sur toutes les fèces.

L'examen de l'ensemble des **résultats** montre que seules les moyennes des digestibilités des **matières azotées mesurées** en saison chaude sont différentes d'une graminée à l'autre. Les moyennes des digestibilités de la **matière sèche (DMS)**, de la **matière organique (DMO)** et de la cellulose brute (DCB) sont donc indépendantes de l'**espèce**.

En revanche, les DMS, DMO, DMA (digestibilité des matières azotées) et DCB diffèrent significativement entre les saisons pour tous les fourrages, à l'exception de la DMS du Panicum maximum var. K 187 B. Ces digestibilités sont **systématiquement plus élevées** en SF. Les différences peuvent atteindre 12 points.

Les coefficients de **corrélation** et les **régressions** entre la DMO, principal facteur de variation de la valeur **énergétique** des fourrages, et les **paramètres** utiles à sa **prévision** ont été calculés. Les **écarts types résiduels (ETR)** des régressions significatives sont **présentés** dans les tableaux 6 et 7 pour les données de SC.

Les calculs ont été faits avec la composition chimique du fourrage offert d'une part, et du fourrage consommé d'autre part. Comme le montrent les ETR des tableaux 6 et 7, le gain de **précision** obtenu par l'analyse des refus nécessaire au calcul de la composition du fourrage consommé est très faible.

Les ETR les plus faibles sont obtenus avec des régressions multiples comprenant presque toujours l'**âge** des repousses exprimé en jours. Les autres variables sont les teneurs en MAT, ADF et ADL (en **g/kg MS**). Les régressions faisant appel à la teneur en CB comme variable explicative ont néanmoins des ETR proches de ceux obtenus avec l'ADF ou l'ADL.

Les équations les plus **précises** sont :

	ETR	r
<u>Panicum max.</u> var. K187 B en SC DMO = - 0,32 J + 0,04 MAT + 68,8	2,2	0,93
<u>Panicum max.</u> var. Sotuba en SC DMO = 0,03 J - 0,05 ADF + 83,6	2,6	0,77

Tableau 4 - Digestibilités de la matière sèche, de la matière organique et de ses constituants pour les 4 graminées en saison chaude (moyenne, écart type, extrêmes) (p.100).

Espèce et variété / Digestibilité de	Brachiaria mutica	Panicum maximum var. K 187 B	Panicum maximum var. Sotuba	Pennisetum purpureum var. Kizozi	Comparaison entre les graminées (analyse de variance)
Matière sèche	56 (7) 48-71	58 (6) 46-68	58 (4) 51-65	61 (6) 48-70	NS
Matière organique	57 (7) 49-74	60 (6) 47-69	60 (4) 53-68	62 (6) 50-74	NS
Matières azotées totales	60 (9) 49-80	60 (10) 40-77	68 (5) 58-79	61 (8) 50-76	S*
Cellulose brute	59 (8) 46-73	61 (6) 51-72	61 (5) 52-70	63 (8) 49-78	NS

Tableau 5 - Digestibilités moyennes de la matière sèche, de la matière organique et de ses constituants pour les 4 graminées en saison froide (moyenne, écart type, extrêmes) (p.100).

Espèce et variété / Constituant	Brachiaria mutica	Panicum maximum var. K 187 B	Panicum maximum var. Sotuba	Pennisetum purpureum var. Kizozi	Comparaison entre les graminées (analyse de variance)
Matière sèche	64 (7) 58-78	59 (2) 57-61	64 (5) 56-69	67 (3) 64-73	NS
Matière organique	67 (6) 61-80	64 (1) 64-65	69 (5) 61-73	70 (3) 67-75	NS
Matières azotées totales	72 (7) 63-84	66 (5) 62-71	72 (3) 60-77	71 (8) 55-75	NS
Cellulose brute	66 (8) 56-79	67 (1) 67-68	67 (6) 58-74	72 (4) 56-79	NS

Tableau 6 - Précision (écart type résiduel) des relations entre la DMO et l'âge des repousses et les constituants chimiques. Pour chaque variable explicative, sont donnés les ETR avec le fourrage offert (premier chiffre en haut à gauche) et le fourrage consommé (chiffre en bas à droite).

DMO = f	J	MAT	CB	NDF	ADF	Li
Brachiaria	"			"	4,5 4,3	4,6 3,5
Panicum K187B	2,3	3,3 3,4	4,1 4,2	4,8 5,3	4,0 4,2	4,4 4,5
Panicum sotuba	3,3	3,0 3,0				
Pennisetum	"			4,8 4,8	4,7 4,6	4,8 4,5
Ensemble	5,2	4,6 4,8	5,6 5,8	5,3 5,6	5,7 6,0	5,9 6,0
Ensemble moins Pennisetum	4,1	3,9 4,2	5,4 5,6	5,0 5,4	4,8 5,4	5,2 5,3

Tableau 7 - Précision (écart type résiduel) des relations entre la DMO et l'âge des repousses plus un constituant chimique. Pour chaque variable explicative, sont donnés les ETR avec le fourrage offert (premier chiffre en haut à gauche) et le fourrage consommé (chiffre en bas à droite).

DMO = f (J+)	MAT	CB	NDF	ADF	Li
Brachiaria	5,9 6,0			3,9 4,5	4,9 3,5
Panicum K187B	2,2 2,2	2,4 2,4	2,4 2,4	2,4 2,3	2,4 2,3
Panicum sotuba	3,1 2,9	3,4 3,4	"	3,3 3,0	3,3 3,2
Pennisetum	"	"	3,9 3,9	2,8 2,7	3,4 3,4
Ensemble	4,5 4,7	5,1 5,1	5,0 5,1	5,3 5,3	5,3 5,2
Ensemble moins Pennisetum	3,6 3,6	4,1 4,1	4,2 4,2	4,2 4,2	4,2 4,2

	ETR	r
Pennisetum purpureum en SC DMO = - 0,26 J + 0,03 ADF + 67,2	2,8	0,92
Ensemble des graminées en SC moins le Pennisetum DMO = - 0,16 J + 0,08 MAT + 57,9	3,6	0,80
Ensemble des graminées en SF DMO = - 0,17 J + 0,21 ADL + 66,2	3,7	0,65

La dégradabilité enzymatique de la MS et de la MO mesurée par la méthode 8 la pepsine-cellulase ne permet pas d'améliorer la précision des équations pour les 24 fourrages analysés par cette méthode.

Dans la pratique, la digestibilité des matières azotées (DMA) est moins utilisée que la teneur en matière azotée digestible (MAD) mais ces valeurs sont issues des autres mesures et le passage de l'une à l'autre est très aisé. Les teneurs des fourrages en MAD sont comprises entre 26 et 156 g/kg MS. Une relation très étroite est obtenue entre les MAD et les MAT comme le montrent la figure 1 et les équations suivantes (MAT et MAD en g/kg de MS) :

	ETR	r
Ensemble des graminées en SC MAD = 0,904 MAT - 27,3	5,3	0,98
Ensemble des graminées en SF MAD = 0,87 MAT - 19,5	5,7	0,98
Ensemble des graminées des 2 saisons MAD = 0,91 MAT - 27,2	5,6	0,98

Figure 1 - Teneurs en MAD en fonction des teneurs en MAT pour l'ensemble des essais.

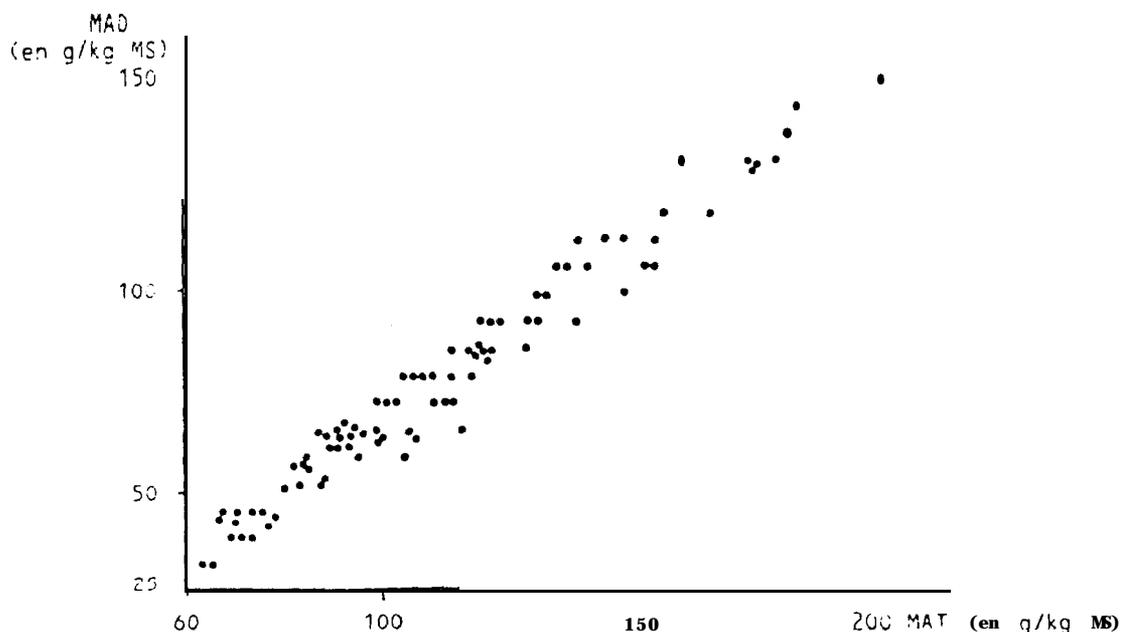


Tableau 8 - Teneurs en cellulose brute non digestible (en g/kg MS)

(effectif, moyenne, écart-type, extrêmes)

Saison	Brachiaria a	Panicum K 187 B b	Panicum Sotuba c	Pennisetum d	Ensemble des fourrages	Comparaison entre les graminées
Chaude	11 140 (31) 78 - 178	28 144 (31) a7 - 211	17 143 (22) 96 - 186	13 129 (29) 78 - 183	69 140 (29) 78 - 211	NS
Froide	7 100 (26) 60 - 137	3 99 (6) 95 - 106	6 99 (19) 77 - 126	7 90 (13) 75 - 109	23 96 (18) 60 - 137	NS
Comparaison entre les saisons	S*	S***	S***	S***	S***	

La DCB est indépendante des teneurs en CB et en NDF. Elle présente des liaisons significatives mais peu étroites avec l'ADF et la lignine en SC. On peut aussi examiner les teneurs en cellulose brute digestible (CBD) et en cellulose brute non digestible (CBND) :

- les teneurs en CBD varient de 148 à 258 g/kg MS. Elles sont très peu différentes entre les saisons, mais sont significativement différentes entre les quatre graminées. Ces teneurs sont indépendantes de l'âge des repousses et des teneurs en constituants pariétaux.

- Les teneurs en CBND varient dans des limites plus importantes, de 60 à 211 g/kg MS (tableau 8). Elles présentent des liaisons significatives avec l'âge des repousses, augmentant de 1,25 g/jour en SC et de 0,79 g/jour en SF, les teneurs en SC étant significativement supérieures à celles de SF. Pour une saison donnée, il n'existe pas de différence entre les quatre graminées.

Consommation de matière sèche

Les quantités de matière sèche volontairement ingérée (MSVI) exprimées par rapport au poids métabolique sont rapportées dans le tableau 9. Elles varient dans des limites de 50 g en SC et en SF.

Tableau 9 - Quantités de matière sèche offerte et quantités de matière sèche volontairement ingérée (en g/kg P 0.75) (moyenne, écart type, extrêmes).

Espèce Saison	Brachiaria mutica	Panicum maximum K187B	Panicum maximum Sotuba	Pennisetum purpureum	Comparaison
Chaude MSO	81 (15) 62-103	77 (9) 60-97	71 (20) 50-132	75 (16) 44-119	NS
	55 (9) 48-77	63 (9) 46-79	47 (10) 29-65	51 (8) 37-65	
Froide MSO	96 (13) 74-117	103 (8) 95-110	93 (7) 85-105	78 (13) 60-95	S ***
	71 (16) 50-99	86 (1) 85-87	70 (6) 69-85	69 (9) 57-84	

Légende : c . tableau 2

Les différences sont significatives entre les graminées en SC, et pour chaque graminée entre les saisons. Le Panicum maximum var. K 187 B est la graminée la mieux consommée. Les MSVI sont toujours plus élevées en SF.

Les régressions sont significatives entre la MSVI d'une part, l'âge des repousses et la DMO d'autre part pour le Brachiaria, le Panicum max. var. K 187 B et le Pennisetum en SC. A l'âge, il faut associer les quantités de matière sèche offerte (MSO en g/kg PO,75) ou la DMO ou encore un constituant de la matière organique pour améliorer la précision de la prévision de la MSVI, comme le montrent les résultats du tableau 10. L'ADF et la lignine sont les constituants qui autorisent les ETR les plus faibles. En SF, les ETR sont toujours plus élevés qu'en SC. 1 a

Pour l'ensemble des données, les équations les plus précises sont :

- en saison chaude (sans le Pennisetum):

$$\text{MSVI} = - 0,24 J - 0,29 L + 0,34 \text{MSO} + 59,5 \quad \begin{array}{cc} \text{ETR} & r \\ 4,5 & 0,89 \end{array}$$

- en saison froide :

$$\text{MSVI} = - 0,30 J - 0,15 L + 0,58 \text{MSO} + 41,3 \quad \begin{array}{cc} \text{ETR} & r \\ 6,6 & 0,86 \end{array}$$

Dans le cas particulier du Pennisetum en SC, les meilleures relations sont obtenues en intégrant la teneur en MS (en g/kg fourrage vert) :

$$\text{MSVI} = 0,43 \text{MS} - 0,36 \text{MSO} + 20,3 \quad \begin{array}{cc} \text{ETR} & r \\ 5,6 & 0,77 \end{array}$$

Les facteurs climatiques peuvent influencer sur la consommation de MS. Les relevés de température et d'hygrométrie ont permis d'étudier les effets de ces paramètres sur les MSVI de 25 essais sur Brachiaria et Panicum max. K 187 B. Les variables utilisées ont été la température moyenne (T en °C) et l'humidité minimale (H en p.100). Les ETR passent de 8,7 avec la DMO comme seule variable explicative à 5 avec la DMO + MSO + T + H, et à 4 avec DMO + MSO + H (Richard, 1987). Il semble donc que l'augmentation de ces deux facteurs climatiques aient une influence négative sur les consommations de MS. Toutefois, l'association de T + H dans les modèles ci-dessus n'améliore pas la précision de l'estimation de MSVI (ETR = 3,9).

Tableau 10 - Coefficients de corrélation, écarts types résiduels des régressions entre la MSVI et l'âge des repousses, la DMO, la MSO et les MAT, l'ENDF, l'ADF et la lignine en saison chaude.

MSVI = f	Brachiaria		Panicum K187 B		Panicum Sotuba		Pennisetum		Ensemble		Ensemble moins Pennisetum	
	r	ETR	r	ETR	r	ETR	r	ETR	r	ETR	r	ETR
J	-0,68	6,8	-0,79	5,4	-	-	-0,61	6,6	-0,4	9,2	-0,67	7,1
DMO	0,87	4,6	0,74	5,9	-	-	0,58	7,0	0,37	9,4	0,65	7,3
MAT	0,75	6,1	0,72	6,1	-	-			0,55	8,0	0,51	7,8
NDF	-0,73	6,4	-0,76	5,7	-	-			-0,64	7,4	-0,61	7,1
ADF	-0,89	4,5	-0,82	5,1	-	-	-0,59	8,1	-0,74	6,4	-0,7	6,4
Li	-0,70	6,6	-0,70	6,3	-	-	-0,58	8,2	-0,66	7,0	-0,66	7,0
J + MSO	0,85	5,1	0,88	4,3	0,92	3,2	0,65	6,6	0,77	6,5	0,83	5,5
DMO + MSO	0,88	4,7	0,87	4,5	0,93	3,0	0,68	6,4	0,65	7,6	0,73	6,6
MAT + MSO	0,78	6,2	0,89	4,1	0,91	3,4	0,63	6,8	0,65	7,6	0,66	7,3
NDF + MSO	0,83	5,5	0,80	4,0	0,92	3,7			0,68	7,0	0,78	5,7
ADF + MSO	0,95	3,2	0,91	3,7	0,91	3,6	0,63	6,7	0,80	5,9	0,83	5,5
Li + MSO	0,89	4,4	0,81	5,3	0,94	2,9	0,64	6,9	0,80	5,8	0,85	5,1
J + MAT + MSO	0,85	5,5	0,90	4,1	0,77	6,8	0,66	6,9	0,76	7,3	0,83	5,5
J + NDF + MSO	0,89	4,8	0,92	3,7	0,91	3,6	0,64	7,7	0,77	6,1	0,84	5,0
J + ADF + MSO	0,95	3,4	0,92	3,7	0,92	3,4	0,63	6,8	0,81	5,7	0,86	5,1
J + Li + MSO	0,94	3,6	0,88	4,4	0,95	2,9	0,66	6,7	0,84	5,3	0,89	4 s

Discussion

De l'ensemble des paramètres étudiés lors des mesures de digestibilité et de consommation de matière sèche, il ressort que la saison, l'espèce et la variété, l'âge des repousses et les quantités de MSO sont les principaux facteurs de Variation de la valeur alimentaire.

Les facteurs climatiques traduits par le terme général de saison, influent sur divers éléments de la croissance des fourrages comme l'ont montré les études de Wilson et Ford (1971), Deinum et Dirven (1972, 1975, 1976). Wilson (1975) en chambres climatiques, et les observations faites en conditions naturelles par Boyer (1977), Awad et al. (1979), Guérin et al. (1979), Roberge et Perrot (1989).

Parmi ces facteurs climatiques, la température est l'élément qui modifie le plus les caractéristiques des fourrages. Les observations des auteurs mentionnés ci-dessus montrent une augmentation de la vitesse de croissance et de la production de matière sèche/ha/jour avec l'augmentation de température. Cette action de la température est vraisemblablement due à l'optimisation du fonctionnement des systèmes enzymatiques des graminées tropicales; dites en C4, optimum qui se situe vers 35°C (Lehninger, 1977). Cette forte activité synthétique entraîne une production importante de glucides notamment de constituants pariétaux. C'est ce que montrent nos résultats (tableau 11) et la figure 2 établie pour le Panicum max. var. K187B. Cette figure est faite à partir des analyses des constituants de Van Soest; les hémicelluloses (différence entre le NDF et l'ADF) présentent des teneurs constantes, alors que la cellulose (ADF - lignine) augmente au détriment du NDS (MO - NDF) fraction considérée comme soluble dans la plante.

Cette évolution au cours de la croissance correspond principalement à l'accroissement des teneurs en constituants pariétaux non digestibles comme le montrent les variations des teneurs en CBND alors que les teneurs en CBD restent constantes.

Dans le cas des deux Panicum étudiés et pour l'ensemble des graminées de SF, les pentes des droites de régression entre les teneurs en CB ou en CBND et l'âge des repousses sont très voisines :

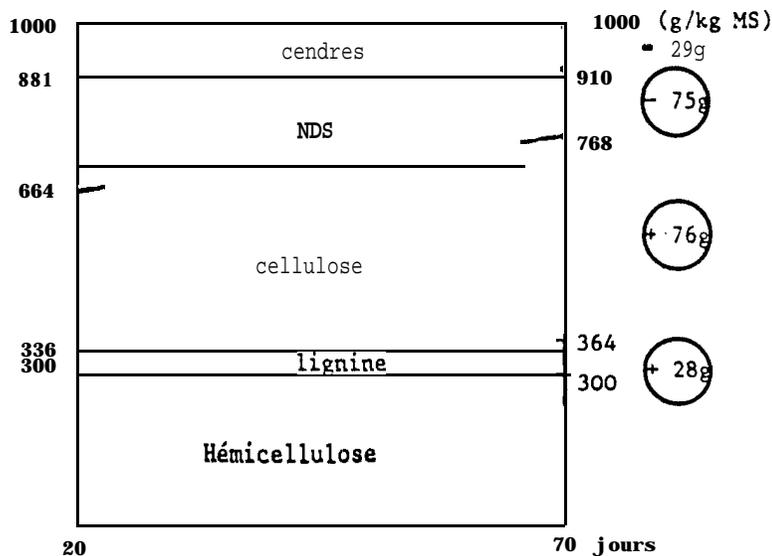
	Panicum max. K187B	Panicum max. Sotuba	SF
CB = f (J)	1,95	0,92	0,87
CBND = f (J)	2,13	1,00	0,78

Cette similitude des pentes n'est pas observée pour le Brachiaria pour lequel les teneurs en CB augmente moins vite.

Tableau 11 - Différence entre les compositions chimiques (g/kg MD) de quatre graminées récoltées en saison chaude et en saison froide (SC = SF)

	<i>Brachiaria</i>	<i>Panicum</i>	<i>Panicum</i>	<i>Pennisetum</i>	moyenne
M.S.	- 29	- 26	- 82	- 40	- 41
H.O.	+ 19	+ 12	+ 39	+ 23	+ 35
M.A.T.	- 25	- 37	- 4	- 17	- 21
C.B.	+ 39	+ 71	+ 62	+ 26	+ 54
E.S.A.	+ 10	- 5	- 20	+ 19	+ 1
N.D.F.	+ 58	+ 56	+ 65	+ 32	+ 53
N.D.S.	- 40	- 44	- 16	- 8	- 19
A.D.F.	+ 58	+ 53	+ 94	+ 78	+ 66
Li	+ 10	+ 16	+ 25	+ 12	+ 11

Figure 2 - Evolution de la teneur en constituants pariétaux, en NDS et en cendres du *Panicum* 187 B en saison chaude (en g/kg MS)



(0,75 g/jour) que celles en CBND (1,6 g/jour), ni pour le Pennisetum (r non significatif pour la CBND) (Richard, 1987).

Néanmoins, il existe une liaison très étroite entre la DMO et la CBND. Les ETR sont les plus faibles avec cette variable comme le montre l'équation suivante pour l'ensemble des essais :

$$\text{DMO} = -0,182 \text{ CBND} + 85,7 \text{ ETR} \approx 2,65 \text{ r} \approx 0,91.$$

Ces résultats rejoignent les observations de Jarrige (1981) sur les fourrages tempérés qui note que la digestibilité des fourrages est étroitement liée à leur teneur en parois indigestibles.

Les teneurs en CBND mesurées en SC augmentent de 1 à 2.13 g/jour et les DMO diminuent de 0,18 à 0,41 point/jour selon les espèces et les variétés. Les liaisons entre ces paramètres sont relativement étroites et montrent que l'âge est un des principaux et des plus simples paramètres de la prévision de la valeur énergétique des fourrages. Ceci rejoint les observations de Chenost (1973) qui rapporte des diminutions de DMO comprises entre 0,21 et 0,39 point/jour pour plusieurs graminées tropicales, ainsi que celles de Andrieu et Weiss (1981) pour les fourrages tempérés.

C'est avec l'âge des repousses, associé ou non à un constituant de la matière organique, que la prévision de la DMO est la plus précise. Les ETR varient de 2,2 à 6, ce qui est voisin des ETR rapportés par McLeod et Minson dans deux études : 1.3 à 5,1 (1971), 2,7 à 6,1 (1974) avec des constituants pariétaux et les MAT comme variables explicatives.

Il faut noter que si les teneurs en ADF et lignine permettent de meilleures précisions que les teneurs en CB, le gain est souvent limité à quelques dixièmes de points. La CB reste donc un prédicteur de la DMO valable pour les graminées.

Les teneurs en MAD présentent des liaisons précises avec les teneurs en MAT et sont très homogènes entre les fourrages, ce qui tient certainement à des conditions de fumure azotée identiques.

L'espèce et la variété sont également des facteurs de variation importants de la valeur alimentaire, ce que de nombreuses études ont déjà souligné. La précision des prévisions des DMO est toujours plus élevée pour une espèce ou une variété que pour un ensemble de graminées. En particulier, Pennisetum purpureum entraîne toujours une augmentation importante des ETR par ses particularités : faible teneur en matière sèche, faible augmentation des teneurs en constituants pariétaux et faible diminution des teneurs en MAT au cours de la croissance, etc.

L'espèce et la variété influent principalement sur les teneurs en constituants chimiques et sur l'ingestibilité. Les DMO ne sont pas significativement différentes entre les graminées en SC. Les quatre fourrages étudiés se différencient donc par leur ingestibilité et non par leur valeur énergétique ou azotée, ce qui concorde avec les résultats de Grieve et Osbourn (1965), Minson (1971), Glattleider (1976) et Xande et Garcia-Trujillo (1985).

Les observations de Minson (1982) sur trois variétés de Panicum maximum et trois variétés de Panicum coloratum montrent des variations de DMO semblables pour l'ensemble des espèces et variétés (de 43 à 66) mais des ingestibilités très variables. Selon Minson (1982) d'une graminée à l'autre, cette différence serait due à la composition morphologique, en particulier à la proportion de feuilles : plus une graminée est riche en feuilles, mieux elle est consommée. Laredo et Minson (1973) ont observé une DMS peu différente entre les tiges et les feuilles des graminées tropicales, mais une ingestibilité plus élevée des feuilles qu'ils attribuent à une dégradation plus rapide des feuilles dans le rumen.

Les résultats obtenus en Côte-d'Ivoire et au Sénégal vont dans le même sens : le Panicum maximum var. K187B, plus riche en feuilles que le Panicum maximum var. Sotuba, est consommé en plus grande quantité.

La consommation de MS est sous la dépendance des facteurs climatiques qui influent, d'une part sur la valeur nutritive des fourrages comme cela a été montré ci-dessus et d'autre part sur la capacité d'ingestion des ruminants comme le montre la régression entre la MSVI, la température et l'humidité minimale. Ceci a également été observé par Michalet-Doreau et Xande (1979) et Sall et al. (1987).

Les teneurs en ADF et lignine sont des paramètres de prévision des quantités ingérées. Mais une prévision correcte n'est obtenue qu'à la condition d'intégrer les quantités de MSO comme variable explicative : le tableau 10 montre que les ETR peuvent alors descendre à 2,9 g/kg PO,75 et, à l'exception du Pennisetum, ne dépassent pas 5.5 g. L'influence des MSO sur les MSVI est importante comme l'ont montré de trop rares études sur les graminées tropicales offertes en vert (Zemmelink et al., 1972, Jeffery, 1976) et sur les légumineuses tropicales (Zemmelink, 1980).

Cette augmentation des MSVI avec les MSO tient à la plus grande appétibilité des feuilles, qui sont aussi plus riches en azote et ont des teneurs plus faibles en constituants pariétaux que les tiges. L'effet de la quantité de MSO sur la MSVI doit être approfondi car dans le cas des fourrages tropicaux, très hétérogènes sur le plan morphologique et chimique, il conditionne pour une grande part les productions des animaux.

Conclusion

La valeur alimentaire d'un fourrage est un des principaux aspects de son utilisation. L'éleveur doit savoir quelle production animale peut être permise en exploitant un fourrage donné à un **âge** précis et en permettant tel taux de refus aux animaux. Il doit pouvoir en déduire un niveau de **complémentation**.

Avec des repousses **âgées** au maximum de 40 à 50 jours suivant l'espèce, l'éleveur peut obtenir un fourrage ayant une **DMO** supérieure à 60 et bien ingéré ; les quantités de matière organique **digestible**, **ingérées** (MODI) sont **alors** supérieures à 35 g MODI/kg P^{0,75} pour des moutons, ce qui correspond à un niveau d'alimentation de **1,5** fois l'entretien **mais** il faut pour cela bien maîtriser les facteurs de production (fumure, irrigation).

L'éleveur peut opter pour une production de fourrage plus **âgé** produisant plus de matière **sèche** par ha ou demandant une gestion plus souple des intrants et des parcelles : il obtiendra dans ce cas un fourrage d'une **DMO** inférieure à 60 et moins bien ingéré même avec des taux de refus élevés.

Une bonne connaissance de la valeur alimentaire des fourrages donne donc des éléments de choix à l'éleveur en fonction de la production animale envisagée. Cet éleveur ou son conseiller doit savoir quels sont les paramètres utiles pour préciser la valeur alimentaire du fourrage : les résultats ci-dessus montrent que de bonnes prévisions peuvent être obtenues avec des **éléments** simples tels que **l'âge** des repousses, le calcul des quantités offertes et refusées et une ou deux analyses chimiques comme les MAT ou un constituant pariétal.

Bibliographie

- AFNOR - Analyse des aliments du bétail. AFNOR, 1981. 300 p.
- ANDRIEU J., WEISS Ph. ■ Préviation de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages verts de graminées et légumineuses. In INRA ■ **Préviation** de la valeur nutritive des aliments des **ruminants**. Versailles, **INRA**, 1981. Pp. 61-79.
- AUFRERE J. ■ Etude de la préviation de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Anns Zootech., 1982, 31 (2) : 111-130.
- AWAD A.S., EDWARDS D.G., HUETT D.O. ■ Seasonal changes in chemical composition of heavily **fertilized** kikuyu pasture and their potential **effects** on the mineral nutrition of grazing cattle. Aust. J. exp. Agric. anim. Husb., 1979, 19 : 183-191.

BARRY T.N. • The role of **condensed** tannins in the digestion of fresh Lotus pedunculatus by sheep. Can. J. Anim. Sci., 1984, 64 : 179-180.

BOGDAN A.V. • Tropical pasture and fodder plants. London, **Longman**, 1977. 475 p.

BOYER J. • Etude Ecophysiologique de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. II. Consommation d'eau et production de matière **sèche** des parties **aériennes**. Cah. ORSTOM, **sér.** Biol., 1977, 12 : 269-282.

BOYER J., ROBERGE G. • Etude écophysiologique de la productivité de quelques graminées 8 hauts rendements fourragers cultivées au Sénégal. 1. Influence des conditions matérielles d'exploitation sur les valeurs en matière sèche de la production sur pied et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Revue Elev. **Méd. vét.** Pays trop., 1985, 38 (4) : 339-352.

BUTTERWORTH M.H. • The digestibility of tropical grasses. Nutr. Abstr. Rev., 1967, 37, 2 : **349-350**.

CHENOST M. • La valeur alimentaire de quatre graminées et d'une légumineuse tropicale et ses facteurs de variation. Fourrages, 1973, 54 : 87-108.

DEBOEVER J.L., COTTYN B.G., **BOUCQUE** C.U., AERTS J.U., BUYSSE F.X. • Comparative digestibility by sheep and **cows** and **consequences** on energy **value**. Can. J. Anim. Sci., 1984, 64 : 175-176.

DEINUM B., DIRVEN J.P.G. • Climate, **nitrogen** and grass. 5. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of **congo** grass (Brachiaria ruziziensis). Neth. J. agric. Sci., 1972, 20 : 125-132.

DEINUM B., DIRVEN J.G.P. • Climate, **nitrogen** and grass. 6. Comparison of yield and chemical composition of **some** **temperatures** and tropical grass species **grown at** different **temperatures**. Neth. J. agric. Sci., 1975, 23 : 69-82.

DEINUM B., DIRVEN J.G.P. • Climate, **nitrogen** and grass. 7. Comparison of production and chemical composition of Brachiaria ruziziensis and Setaria sphacelata grown at different temperatures. Neth. J. agric. Sci., 1976, 24 : 67-78.

DEMARQUILLY C. • Variation de la valeur alimentaire des fourrages verts. **Bull.** techn. Inf., 1968 (226) : 27-37.

DEMARQUILLY C., BOISSEAU J.M. • Méthode de mesure de la valeur alimentaire des fourrages. Theix, INRA, 1976. 6 p.

FERRELL C.L., JENKINS T.G. - A note on energy requirements for maintenance of lean and fat Angus, Hereford and Simmental cows. *Anim. Prod.*, 1984, 39 : 305-310.

GLATTLEIDER D.L. - Valeur alimentaire de trois graminées et d'une légumineuse fourragère cultivées en Côte-d'Ivoire, Minankro, IEMVT/CRZ, 1976. 22 p.

GRIEVE C.M., OSBOURN D.F. - The nutritional value of some tropical grasses. *J. agric. Sci.*, 1965, 65 : 411-417.

GUERIN H., LANDAIS E., MENAGER M., ABBE MADY P., BERTAUDIÈRE L. - Essais de cultures fourragères et d'embouche de zébus arabes sur les polders du lac Tchad. In IEMVT. Embouche de zébus arabes sur les polders du lac Tchad et sur les berges du Chari. Maisons Alfort, IEMVT, 1979. Pp. 9-127.

JARRIGE R. - Les constituants glucidiques des fourrages : variations, digestibilité et dosage. In DEMARQUILLY C.. Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants, tables des prévisions de la valeur alimentaire des fourrages. XI^e journée du Grenier de Theix, Versailles, INRA, 1981. Pp. 13-40.

JEFFERY H. - Effect of the liveweight of caged sheep and the amount of feed on offer on estimates of digestibility and ad libitum intake. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1976, 16 : 656-660.

LAREDO M.A., MINSON D.J. - The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Aust. J. agric. Res.*, 1973, 24 : 875-888.

LEHNINGER A.L. - Le transport d'électrons et la phosphorylation dans la photosynthèse. In LEHNINGER A.L. Biochimie. Bases moléculaires de la structure et des fonctions cellulaires. Paris, Flammarion, 1977. Pp.583-611.

MCLEOD M.N., MINSON D.J. - The error in predicting pasture dry-matter digestibility from four different methods of analysis for lignin. *J. Br. Grassld. soc.*, 1971, 26 : 251-256.

MCLEOD M.N., MINSON D.J. - Differences in carbohydrate fraction between Lolium perenne and two tropical grasses Of similar dry-matter digestibility. *J. agric. Sci. Camb.*, 1974, 82 : 449-454.

MICHALET-DOREAU B., XANDE A. - Influence de la saison sur le comportement alimentaire des moutons recevant des fourrages verts en zone tropicale humide. *Annls Zootech.*, 1979, 28, (4) : 381-392.

MINSON D.J. - The **digestibility** and voluntary intake **of** six varieties of Panicum. Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb., 1971, 11 : 18-25.

MINSON D.J. - **Effects** of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In HACKER J.B., ed., Nutritional limits to animal production from pastures. Farnham, CAB, 1982. 167-182.

PAUL C. - Possibilities and limitations of grinding energy measurement for the evaluation of forage quality parameters in forage plants. Landw. Forsch. 1984, 37 (2) : 127-132.

PERNES J., RENE J., RENE-CHAUME R., LETENNEUR L., ROBERGE G., MESSAGEUR J.L. - Panicum maximum (Jacq.) et l'intensification fourragère en Côte-d'Ivoire. Revue Elev. Med. vét. Pays trop., 1975, 28 (2) : 239-264.

PERROT C. - Analyse des données climatiques recueillies à Sangalkam de 1975 à 1986. 1. Tableaux et graphiques. Dakar, LNERV/ISRA, 1987. 12 p.

RAAY J.G.T., VAN DE LEEUW P.N. - The importance of **crop** residues as fodder. A resource analysis in Katsina province, Nigeria. Tijdschr. econ. soc. Geogr., 1970, 61 : 137-147.

RICHARD D. - Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Thèse **doct.** 3e cycle, Paris VI, 1987. 314 p.

ROBERGE G. - Analyse des croissances et des teneurs en azote de deux plantes irriguées : le Panicum maximum K 187 B et le Brachiaria mutica. Dakar, LNERV, 1985, 36. 27 p.

ROBERGE G., MESSAGEUR J.L., RAFFIN Y. - Résultats d'essais de cultures fourragères irriguées menés pour le compte de l'Autorité pour l'**Aménagement** de la Vallée du **Bandama** (Rép. de **Côte-d'Ivoire**). Abidjan AVB ; Bouaké, CRZ-IEMVT, 1976. 176 p.

ROBERGE G., PERROT C. - Comparaison du rendement en matière sèche du Panicum maximum irrigué en milieu tropical sec et humide. **N'Gaoundéré**, IEMVT-IRZ, 1989.

SALL C., GUERIN H., AHOKPE B., FRIOT D. - Les variations saisonnières de la capacité d'ingestion des moutons en zone tropicale **sèche**. Reprod. Nutr. Dév., 1987, 27 : 203-204.

SANCHEZ M.D., MORRIS J.G. - Energy expenditure of beef cattle grazing annual grassland. Can. J. Anim. Sci., 1984 : 332-334.

SCHINGOETHE D.J. - Interrelationships between **protein solubility** and energy sources for cattle. Can. J. Anim. Sci., 1984, 64 : 199-200.

- VANHOVEN W. - Tannins and digestibility in greater kudu. Can. J. Anim. Sci., 1984, 64 : 177-178.
- VERITE R., DEMARQUILLY C. - Qualité des mstières azotées des aliments pour ruminants. In la vache **laitière**. IXe journées du Grenier de Theix, INRA, 1978. Pp. 143-158.
- WILSON J.R. - Influence of temperature and **nitrogen** on growth photosynthesis and accumulation of non structural **carbohy-**drate in a tropical grass, Panicum maximum var. trichoglume. Neth. J. agric. Sci., 1975, 23 : 48-61.
- WILSON J.R., FORD W. - Temperature influences on the growth, digestibility and cabohydrate composition of two tropical grasses, Panicum maximum var. trichoglume and **Setaria sphacelata** and two **cultivars** of temperate grass, Lolium perenne. Aust. J. agric. Res., 1971, 22. 533-571.
- XANDE** A., GARCIA-TRUJILLO R. - Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la zone Caraïbe. **Antilles-Guyane**, **INRA**, 1985. 51 p.
- ZEMMELINK G. - **Effect** of **selective consumption** on voluntary intake and digestibility of tropical forages. Wageningen, NL, Centre for Agric. Publ. and **Doc**, 1980. 100 p.
- ZEMMELINK G., HAGGAR R.J., DAVIES J.H. - Anote on the **volun-****tary** lntake of Andropogon gayanus hay by cattle, as **affected** by level of feeding, 1972, 15 : 85-88.