

# Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées à hauts rendements fourragers cultivées au Sénégal.

## II. Variations de leur valeur fourragère en fonction du rythme d'exploitation et de la fumure minérale

par J. BOYER (1), G. ROBERGE (2) et D. FRIOT (2)

(1) Centre ORSTOM de Dakar, B.P. 1386, Dakar, République du Sénégal.  
(2) LNERV-ISRA, B.P. 2057, Dakar, République du Sénégal.

### RÉSUMÉ

BOYER (J.), ROBERGE (G.), FRIOT (D.). — Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées à hauts rendements fourragers cultivées au Sénégal. II. Variations de leur valeur fourragère en fonction du rythme d'exploitation et de la fumure minérale. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, 38 (4) : 339-352.

L'action des techniques culturales, mises en œuvre pour maximiser la production fourragère et l'efficacité de l'utilisation de l'eau, doit non seulement se manifester sur le plan quantitatif, mais également sur la qualité nutritive et la valeur alimentaire des fourrages produits. Les observations effectuées au Sénégal pendant plusieurs années consécutives ont pu montrer que la double action d'une fumure minérale suffisante (azotée en particulier) et l'établissement d'un calendrier d'exploitation rationnel permettent non seulement d'élever et de régulariser la production fourragère, mais aussi ses qualités alimentaires et nutritionnelles. Dans ce domaine, l'utilisation des *Panicum maximum* ne doit pas simplement être basée sur les performances productives des lignées sélectionnées, mais aussi sur leurs qualités bromatologiques, de façon à pouvoir obtenir le meilleur compromis possible entre une haute productivité sur pied et une valeur fourragère satisfaisante.

**Mots clés :** Valeur fourragère - Stades végétatifs - Fumure minérale - Matières azotées digestibles - Eléments minéraux majeurs - Unités fourragères (UF) - *Panicum maximum* - *Brachiaria mutica* - *Brachiaria brizantha* - *Pennisetum purpureum* - *Andropogon gayanus* - Sénégal.

### INTRODUCTION

L'amélioration des ressources fourragères au Sénégal est l'une des bases du développement

### SUMMARY

BOYER (J.), ROBERGE (G.), FRIOT (D.). — Environmental and physiological study of the production of some high yield fodder grasses grown in Senegal. Part II - Variation of their fodder nutritive value in relation to the rhythm of harvesting and the mineral fertilization. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, 38 (4) : 339-352.

The actions of cropping technics, utilized to maximize forage yield and water efficiency should exteriorate results not only on the quantity obtained but also on the quality of nutritive value of fodder.

After several years, data and observations revealed that a sufficient mineral fertilization (especially nitrogen) and the concurrent realization of a cropping calendar were increasing and regularizing the forage yield, and the quality of their nutritive value either.

Utilization of *Panicum maximum* must be based upon a high productivity of selected materials as well as on their feeding qualities, in order to obtain the best possible compromise between those two points.

**Key words :** Nutritive value (bromatological value) - Vegetation stage - Mineral fertilization - Digestible protein - Major mineral elements - Forage unit - *Panicum maximum* - *Brachiaria mutica* - *Brachiaria brizantha* - *Pennisetum purpureum* - *Andropogon gayanus* - Senegal.

de l'élevage dans ce pays. Comme la plupart des pâturages naturels, ceux de Sangalkam en particulier se caractérisent par une très faible valeur fourragère, si on la compare à celle des

prairies naturelles européennes (9), la nécessité d'une production à caractère intensif apparaît nettement, en tant que base alimentaire pour des bovins en lactation.

Dans la partie I de la présente étude, menée à la Station expérimentale de l'élevage de Sangalkam (région du Cap-Vert) en collaboration avec le L.N.E.R.V. (I.S.R.A.), l'influence de certaines conditions matérielles d'exploitation a pu être mise en évidence, de façon à ce que le matériel végétal choisi puisse fournir ses meilleurs rendements.

Mais l'action des techniques culturales mises en œuvre pour maximiser la production fourragère et l'efficacité de l'utilisation de l'eau ne doit pas seulement se manifester sur le plan quantitatif. Il est tout aussi important qu'elle ait une incidence sur la qualité des fourrages produits, c'est-à-dire que la valeur alimentaire et nutritive doit se trouver améliorée, de façon à pouvoir répondre aux besoins d'un élevage à caractère intensif. En zone tropicale, le problème le plus important pour arriver à une production fourragère intensive est, avec la répartition saisonnière de la croissance, le maintien de la qualité herbagère (27). L'examen de ce dernier point est effectué par l'étude de l'évolution de la valeur bromatologique des fourrages livrés à la consommation du bétail. Elle devient fondamentale pour la constitution d'une ration suffisante et équilibrée, destinée à couvrir les besoins des vaches laitières.

La présente contribution aborde succinctement ce problème, qui fait l'objet d'études nutritionnelles très poussées de la part des laboratoires spécialisés du L.N.E.R.V. (I.S.R.A.) de Dakar-Hann (9).

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Choix du matériel végétal

Rappelons qu'il comprend 5 genres, 6 espèces et 7 variétés :

- *Panicum maximum* Jacq. var. 5601 (Sotuba) ;
- *Panicum maximum* Jacq. var. K.187b (ORSTOM) ;
- *Pennisetum purpureum* Schumacher (Kisozi) ;
- *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf ;
- *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf ;
- *Andropogon gayanus* Kunth ;
- *Chloris gayana* (Kunth).

### 1.2. Analyses bromatologiques

Les déterminations suivantes ont été effectuées sur toute la partie récoltée (production sur pied = SC) :

- matières minérales totales (cendres) ;
- matières azotées brutes (MAB) ;
- cellulose brute ;
- insoluble chlorhydrique (silice).

Ces valeurs sont indispensables pour apprécier la valeur fourragère ou alimentaire de ces plantes (5).

Les analyses ont d'abord été effectuées par les Services de nutrition de l'I.E.M.V.T. à Maisons-Alfort et, par la suite, par le Laboratoire de chimie-physiologie du L.N.E.R.V. (I.S.R.A.) de Dakar-Hann. Les méthodes utilisées sont celles en usage pour les déterminations bromatologiques : calcination au four à 600°C pour les cendres (matières minérales totales), méthode KJELDAHL pour l'azote, double hydrolyse (acide et basique) sous ébullition et détermination de la matière organique restante pour la cellulose brute (méthode de WEENDE).

### 1.3. Valeur fourragère

Elle dépend de 2 éléments essentiels : la valeur énergétique et la teneur en azote (4).

#### 1.3.1 Valeur énergétique du fourrage

Elle est exprimée en unités fourragères (UF). Dans le cas des ruminants, l'UF équivaut à 1 650 calories produites par kilo d'orge en grain. Partant des données obtenues dans l'analyse des teneurs en matières minérales totales (cendres) et en cellulose brute, la valeur énergétique en UF s'obtient à l'aide de tables dites « hollandaises » (10). On obtient ainsi des valeurs suffisamment approchées pour apprécier la qualité des pâturages ou fourrages tropicaux (5).

#### 1.3.2. Valeur protéinique ou azotée

On la caractérise par sa teneur en matières azotées digestibles (MAD), que l'on exprime en g/kg de matière sèche. Elle peut être estimée à partir des analyses de matières azotées brutes (MAB), par une formule empirique due à DEMARQUILLY (4) :

$$\text{MAD (g/kg)} = 0,929 \text{ MAB (g/kg)} - 35,2$$

Dans la pratique, et pour simplifier les calculs, on peut obtenir une très bonne évaluation

de la teneur en MAD (p. 100) en retranchant 4 p. 100 de la valeur en MAB (p. 100).

La teneur en MAB (p. 100) est obtenue elle-même en multipliant celle en azote minéral KJELDAHL par un coefficient conventionnel de 6,25.

#### 1.4. Matières minérales

En plus des teneurs en azote KJELDAHL, on détermine celles en P-K-Ca dans toutes les parties récoltées (feuilles plus tiges). L'analyse de Na et Mg n'a pas été effectuée systématiquement, étant donné que le rôle de ces 2 éléments n'apparaît pas fondamental à Sangalkam.

Les teneurs en N-P-K-Ca varient non seulement avec l'espèce, mais surtout avec le stade végétatif atteint au moment de la récolte et les techniques culturales utilisées. Dans ce dernier domaine, l'influence des apports en engrais minéraux est très grande, ainsi que les réserves du sol en éléments totaux et assimilables. Au cours de la période d'observation à laquelle se rapportent nos résultats, l'apport minéral a été très important : 75-50-75 unités d'azote, acide phosphorique et potasse après chaque coupe et doublement de la dose d'azote à partir du cycle n° 20. On peut donc penser que ces quantités importantes épandues se répercuteront sur les teneurs des feuilles et tiges en ces mêmes éléments. En outre, la forte fumure azotée appliquée peut créer des conditions favorables à certains déséquilibres entre ces macro-éléments. Dans ce but, il est effectué un examen particulier des rapports calcium/phosphore (Ca/P).

## 2. RÉSULTATS

La valeur fourragère de ces graminées varie non seulement avec l'espèce, mais aussi avec l'âge des plantes au moment de leur exploitation, ainsi qu'avec la fertilisation minérale appliquée. La plupart des auteurs, et notamment GOMIDE et collab. (14), reconnaissent en effet que c'est le facteur le plus important de leur valeur nutritive. Bien que les plus hauts rendements soient atteints avec des doses élevées d'azote et un cycle d'exploitation d'une durée suffisante (au moins 5 à 6 semaines), la valeur nutritive du fourrage décroît avec l'âge, et ceci d'autant plus rapidement que la croissance est plus élevée. En pratique, l'exploitation rationnelle de ces graminées fourragères demande donc de tenir le plus grand compte de

l'influence saisonnière des facteurs qui agissent sur la croissance végétative, de façon à pouvoir trouver un compromis entre une haute productivité et une qualité nutritive suffisante.

### 2.1. Influence du stade végétatif

Etant donnée la forte variation saisonnière des taux de croissance, l'étude de l'influence de l'âge atteint par les plantes au moment de leur exploitation sur leur valeur fourragère a été effectuée en fonction de l'évolution chronologique des rapports (f/t), paramètre qui exprime le quotient du poids sec des feuilles (f) et des tiges (t). Dans une étude effectuée aux Antilles françaises sur *Digitaria decumbens*, SALETTE (26) montre en effet que la valeur de ces rapports non seulement caractérise les stades de la croissance végétative des herbacées, mais est en étroite corrélation avec leur valeur nutritive. L'importance de ce quotient a en outre été mise en évidence dans nos études précédentes (7), pour permettre une approche suffisamment précise des meilleures périodes d'exploitation de ces graminées.

Pour simplifier le problème, et compte tenu de l'importance du volume des analyses mises en œuvre, nous avons retenu deux périodes très caractéristiques de l'année, au cours desquelles la croissance offre les plus grandes différences :

— saison normalement sèche, à basses températures atmosphériques et jours courts, pendant laquelle les vitesses de croissance sont les plus basses, ce qui implique donc des cycles d'exploitation plus longs (7 à 10 semaines) ;

— saison chaude et humide du début d'hivernage, au cours de laquelle les jours sont les plus longs et les taux de croissance les plus élevés de l'année. Pendant cette période, les cycles d'exploitation sont les plus courts (5 à 6 semaines).

#### 2.1.1. Cycles longs

Les analyses bromatologiques ont été effectuées à 5 stades différents du cycle n° 18 (6-1 au 15-3.1978), s'échelonnant entre 19 et 68 jours après la dernière coupe et choisis arbitrairement en fonction des valeurs de (f/t). Ce cycle présente une des plus basses productivités de l'année, la vitesse de croissance étant comprise entre 8 et 12 g de matière sèche par m<sup>2</sup> cultivé et par jour. Les résultats, portés dans le tableau n° I, montrent que les valeurs énergétiques et azotées sont excellentes jusqu'à 6 semaines environ, ceci pour toutes les espèces observées.

TABL. N° I—Valeur fourragère comparée au cours d'une période de basse croissance, en fonction de la durée des cycles d'exploitation (cycle long) et du stade végétatif atteint (f/t)

Durée cycle Espèces	19 jours			33 jours			41 jours			54 jours			68 jours		
	UF (par kg)	MAD (g/kg)	f/t	UF "	MAD "	f/t									
<i>Panicum maximum</i> (5 601)	0,60	167	1,52	0,59	151	1,27	0,62	134	1,08	0,55	110	0,87	0,59	74	0,78
<i>Panicum maximum</i> (K. 187b)	0,63	165	1,88	0,59	130	1,45	0,58	121	1,24	0,55	81	1,12	0,52	64	1,06
<i>Brachiaria mutica</i>	0,66	151	1,36	0,65	128	1,19	0,72	140	0,99	0,57	86	0,82	0,61	68	0,69
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,67	168	1,46	0,73	158	1,21	0,74	134	1,08	0,68	100	0,95	0,67	87	0,86
<i>Andropogon gyanus</i>	0,68	138	1,34	0,68	129	1,10	0,70	121	1,00	0,68	103	0,88	0,62	81	0,78
<i>Pennisetum purpureum</i> (Kisozi)	0,65	197	1,38	0,63	166	1,12	0,67	170	0,96	0,60	101	0,84	0,55	58	0,74
<i>Chloris gayana</i>	0,64	152	1,78	0,51	137	1,22	0,57	113	0,94	0,60	98	0,80	0,49	76	0,68

Même si ces valeurs s'abaissent légèrement au-dessous de 0,6 UF, dans le cas du *Panicum max.* K.187b et du *Chloris gayana*, la valeur azotée reste très supérieure à 100 g de MAD par kg de matière sèche, ce qui dépasse largement les valeurs habituellement obtenues pour les graminées cultivées. Après 6 semaines, la chute rapide de ces taux montre bien l'étroite corrélation qui existe avec celle des rapports (f/t).

Toutefois, même si la durée d'exploitation dépasse 2 mois, les valeurs azotées sont encore remarquablement élevées, puisque les teneurs en MAD demeurent toujours supérieures à 53 g, limite au-dessus de laquelle le fourrage est classé dans la catégorie « excellente ». La valeur énergétique reste le plus souvent supérieure ou voisine de 0,6 UF, sauf chez *Chloris gayana* et *Panicum max.* (K.187b.) où elle peut s'abaisser aux environs de 0,5 UF. Dans la majorité des cas, on peut dire que la valeur fourragère de ces cultivars demeure bonne ou même excellente tant que la durée des cycles d'exploitation n'est pas supérieure à 10 semaines. Cette dernière catégorie, d'après BOUDET (4), assurerait, par kg de matière sèche consommée, une production journalière de 3 l de lait ou 300 g de gain de poids vif pour un bovin de 250 kg à l'entretien (« unité bovin tropicale » ou UBT).

### 2.1.2. Cycles courts

Dans ce cas, les déterminations ont été effectuées à 3 stades différents du cycle n° 21 (9-6 au

18-7-1978), soit 19, 29 et 40 jours après la dernière coupe. Ce cycle présente en effet l'une des plus fortes productivités de l'année, avec des valeurs de la vitesse de croissance comprises entre 18 et 39 g de matière sèche par m<sup>2</sup> cultivé et par jour, soit 2 à 3 fois plus élevées que dans l'exemple précédent (n° 18). Les résultats obtenus sont portés dans le tableau ci-après (tableau n° II).

En général, on constate une baisse rapide de la valeur fourragère dès le début de la 4<sup>e</sup> semaine, notamment chez les *Panicum maximum*, *Chloris gayana* et *Pennisetum purpureum* (Kisozi). Chez d'autres espèces, elle est beaucoup plus faible. C'est le cas pour les *Brachiaria (brizantha)* en particulier) et *Andropogon gyanus*. A ce stade, la valeur énergétique diminue nettement chez les *Panicum max.*, et cette chute s'accompagne d'une baisse corrélative des valeurs azotées. Ce phénomène est également très net chez *Pennisetum purpureum*, *Chloris gayana*, et *B. mutica*. Il est le moins accentué pour les *Andropogon* et surtout *B. brizantha*. Dans ces derniers cas, la valeur énergétique est voisine ou supérieure à 0,6 UF et la valeur azotée à 100 g/kg de matière sèche. Par contre, l'évolution au cours des 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> semaines est différente : les 2 composantes de la valeur fourragère se stabilisent chez les *Panicum max.*, mais diminuent encore chez les autres espèces, la baisse la plus forte se produisant pour les *Brachiaria brizantha*. A la fin de la 6<sup>e</sup> semaine, les valeurs azotées sont encore supérieures à 60 g/kg de matière sèche pour

TABL. N° II-Valeur fourragère comparée au cours d'une période de forte croissance, en fonction de la durée d'exploitation (cycle court) et du stade végétatif atteint (f/t)

Espèces	19 jours			29 jours			40 jours		
	UF (par kg)	MAD (g/kg)	f/t	UF "	MAD "	f/t	UF "	MAD "	f/t
<i>Panicum maximum</i> (5 601)	0,66	154	1,30	0,44	74	0,96	0,43	79	0,86
<i>Panicum maximum</i> (K. 187b)	0,59	132	1,58	0,42	71	1,26	0,40	68	1,08
<i>Brachiaria mutica</i>	0,70	143	1,18	0,59	113	0,94	0,58	90	0,78
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,68	140	1,28	0,65	130	1,06	0,54	70	0,88
<i>Andropogon gayanus</i>	0,62	111	1,13	0,57	94	0,93	0,52	75	0,84
<i>Pennisetum purpureum</i>	0,67	205	1,16	0,54	111	0,95	0,53	89	0,82
<i>Chloris gayana</i>	0,63	135	1,42	0,51	95	1,04	0,43	61	0,79

toutes les espèces. Les valeurs énergétiques ne sont faibles que chez les *Panicum max.* et *Chloris gayana* (voisines de 0,4 UF). Elles restent bonnes pour les *Brachiaria*, les *Andropogon gayanus* et les Kisozi.

Ces conclusions s'accordent en général assez bien avec celles des différents auteurs qui se sont penchés sur ces problèmes. En moyenne Côte-d'Ivoire ROBERGE (24) donne les résultats suivants pour *Panicum max.* (K.187b) et *Pennisetum purp.* (Kisozi) :

Les valeurs qu'il obtient sont proches de celles relevées à Sangalkam pendant la période chaude et humide (tableau n° II). Elles confirment d'autre part le bien-fondé d'une exploitation à 5-6 semaines. En Thaïlande, HOLM (17, 18) observe également chez *Panicum max.*, *Pennisetum purp.*, *Brachiaria mutica* et *Chloris gayana* que la teneur en protéine brute et la digestibilité décroissent beaucoup à partir de 6 semaines. FUNES et collab. (13) à Cuba notent que l'augmentation des intervalles de coupe pour *Panicum max.* et *Brachiaria mutica*

provoque une chute des teneurs en protéine brute, et que ce phénomène est beaucoup plus accentué en saison humide (à forte croissance) qu'en saison sèche. Au Nigeria, ADEMOSUN (2) observe sur *Panicum max.* exploité entre 4 et 13 semaines, que c'est entre 4 et 7 semaines que les chutes du taux en protéine brute et digestibilité sont les plus fortes. Au Soudan, dans des zones semi-arides nécessitant l'irrigation, OSMAN (22) observe sur *Brachiaria mutica* et *Chloris gayana* que les teneurs en protéine brute chutent de moitié entre 2 et 6 semaines, ce qui indique une diminution d'une rapidité comparable à celle observée à Sangalkam pendant les périodes de forte croissance (tableau n° II).

Ces résultats montrent également la corrélation positive qui existe entre la valeur fourragère (azotée en particulier) et celle des rapports (f/t). La chute plus ou moins rapide des taux de MAD s'accompagne d'une diminution corrélative des valeurs de ce paramètre. Ce fait avait déjà été mis en évidence par SALETTE (26) sur

TABLEAU N° III

Espèces	14 jours		28 jours		42 jours		56 jours	
	UF (par kg)	MAD (g/kg)	UF "	MAD "	UF "	MAD "	UF "	MAD "
<i>Panicum maximum</i> (K. 187b)	0,57	121	0,50	77	0,47	55	0,44	60
<i>Pennisetum purpureum</i> (Kisozi)	0,67	168	0,62	132	0,59	82	0,56	55

*Digitaria decumbens* : récoltée à 30 jours, cette graminée a un taux de protéine brute de 14 p. 100 pour un rapport (f/t) = 1,5. Après 60 jours, les valeurs respectives ne sont plus que de 5 p. 100 et 0,6. Ces résultats s'accordent avec les nôtres, car il semble bien, lorsque les conditions de croissance sont suffisamment bonnes, que les diminutions les plus nettes de la valeur azotée se produisent entre 30 et 60 jours. C'est également ce qu'observent SOTOMAYOR-RIOS et collab. (39, 40) à Porto Rico sur *Brachiaria mutica*.

En conclusion, on peut donc dire que les 2 principales composantes de la valeur fourragère restent nettement plus élevées dans le cas des cycles longs à faible vitesse de croissance. Pendant ces périodes, l'exploitation peut être envisagée entre 6 et 8 semaines, parfois même 9 pour certaines espèces. Par contre, dès que les taux de croissance s'élèvent, la chute des valeurs fourragères devient de plus en plus rapide. Les cycles de 5 à 6 semaines ne peuvent alors être envisagés qu'au cours des périodes intermédiaires, qui prennent place entre la saison sèche et fraîche (décembre à mars) et l'hivernage (juillet à septembre). Pendant cette dernière période, où l'on enregistre les taux de croissance les plus élevés, une exploitation à 30 jours semble le mieux concilier une production sur pied suffisante et une bonne valeur fourragère. Exploitées plus tardivement pour l'ensilage, ces graminées risquent alors d'être de qualité médiocre, si on ne les supplémente pas avec des concentrés.

Ces résultats montrent donc l'importance particulière du rythme de l'exploitation sur la qualité nutritive des fourrages produits. En culture intensive, la détermination des périodes et du rythme des coupes est l'un des facteurs d'exploitation le plus voué à l'empirisme, et également le plus soumis aux contraintes et aléas qui sont liés à la réalisation matérielle des récoltes. C'est pourquoi l'examen de la valeur fourragère de ces graminées a été effectué pendant une année complète d'exploitation. De cette façon, on peut également comparer entre elles les espèces en observation.

## 2.2. Variations saisonnières au cours d'une année

Le but d'une technologie d'exploitation fourragère à caractère intensif est d'essayer de créer pour les plantes des conditions telles qu'elles soient en mesure d'exprimer leurs potentialités

et de fournir leurs meilleurs rendements, tout en conservant une qualité qui réponde aux besoins auxquels elles sont destinées. Dans des études antérieures (6), nous avons constaté que des conditions climatiques saisonnières non modifiables pouvaient influencer notablement la vitesse de croissance et, par conséquent, la durée des cycles d'exploitation. Pendant toute cette période d'observation, qui va du 28-11-1978 au 10-12-1979 (soit au total 377 jours), la durée des cycles d'exploitation a été fixée en fonction des valeurs de (f/t), de façon à ce qu'elles soient voisines de l'unité, sauf pour *Panicum max.* K.187b. On a pu en effet constater qu'à ce stade, on obtenait pour la plupart des espèces un équilibre satisfaisant entre une production sur pied élevée et une très bonne valeur nutritive.

Les tableaux nos IV et V représentent les valeurs obtenues en faisant la distinction entre les 2 principales périodes climatiques de l'année. Les résultats confirment, pour les 8 cycles annuels, l'excellente valeur fourragère des 7 graminées observées. Cependant, certaines chutes périodiques de la valeur énergétique au voisinage de 0,4 UF montrent que ces fourrages doivent être complétés, en particulier pendant la période de forte croissance qui va de la fin de la saison sèche au début de l'hivernage (mai à juillet). A Sangalkam, cette baisse très nette de la valeur fourragère affecte spécialement les *Panicum max.*, *Brachiaria mutica* et *Chloris gayana*. Les 2 premiers fournissent en général pendant toute cette époque un excès de production de matière verte, qu'il n'est pas toujours possible de récolter en temps voulu et qui est stocké sous forme d'ensilage. L'aliment obtenu a donc une qualité nutritive insuffisante. Au Brésil, SOARES et collab. (29) constatent également que l'ensilage de *Panicum max.* exploité trop vieux (après 6 semaines) est de basse qualité et nécessite un complément d'aliments concentrés à base de farine de maïs ou de soja. Toutefois, il n'y a pas lieu d'écarter systématiquement les *Panicum max.* en tant que fourrage pour la constitution de réserves. Les importants travaux de sélection effectués sur cette espèce, tant par l'ORSTOM en Côte-d'Ivoire qu'en Amérique tropicale, permettent maintenant un choix plus judicieux des lignées. SIDAK et collab. (28) signalent qu'il existe à Cuba une collection de 192 clones, dont certains atteignent à la récolte des taux de protéine brute de 18 p. 100 en saison sèche et de 14 p. 100 en saison humide.

TABL. N°IV et V -Valeur fourragère de sept graminées cultivées pendant une année complète d'exploitation (28/11/78 au 10/12/79)

Période normalement sèche (cycles 25 - 26 - 27 - 32 = 210 jours)										
Cycle	28.11.78-5.2.79		6.2 - 26.3		27.3 - 9.5		24.10-10.12.79		Période totale	
	N°25 (69 j)		N°26 (49 j)		N°27 (44 j)		N°32 (48 j)		(210 j.)	
Espèces	UF (par kg)	MAD (g/kg)	UF "	MAD "	UF "	MAD "	UF "	MAD "	UF "	MAD "
<i>Panicum maximum</i> (5 601)	0,52	96	0,62	96	0,48	88	0,67	116	0,57	99
<i>Panicum maximum</i> (K.187b)	0,49	113	0,57	75	0,37	98	0,62	133	0,51	104
<i>Brachiaria mutica</i>	0,45	70	0,58	92	0,56	88	0,47	104	0,51	88
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,68	91	0,58	91	0,65	113	0,63	127	0,63	105
<i>Andropogon gayanus</i>	0,69	74	0,52	89	0,56	87	0,60	69	0,59	80
<i>Pennisetum purpureum</i> (Kisozi)	0,56	72	0,60	96	0,31	97	0,68	167	0,54	108
<i>Chloris gayana</i>	0,61	105	0,48	67	0,30	70	0,54	103	0,48	86
Période chaude et humide (hivernage) : cycles 28 - 29 - 30 - 31 = 167 jours										
Cycle	10.5 - 20.6		21.6 - 31.7		1.8 - 11.9		12.9 - 23.10.79		Période totale	
	N°28 (42 j)		N°29 (41 j)		N°30 (42 j)		N°31 (42 j)		(167 j.)	
Espèces	UF (par kg)	MAD (g/kg)	UF "	MAD "	UF "	MAD "	UF "	MAD "	UF "	MAD "
<i>Panicum maximum</i> (5 601)	0,35	77	0,31	79	0,47	63	0,44	42	0,39	65
<i>Panicum maximum</i> K. 187b	0,34	89	0,52	117	0,54	102	0,58	88	0,50	99
<i>Brachiaria mutica</i>	0,43	58	0,39	65	0,62	79	0,55	57	0,50	65
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,59	94	0,43	76	0,58	91	0,58	61	0,54	80
<i>Andropogon gayanus</i>	0,60	111	0,66	138	0,66	100	0,59	67	0,63	104
<i>Pennisetum purpureum</i> (Kisozi)	0,51	118	0,47	116	0,67	84	0,70	108	0,59	106
<i>Chloris gayana</i>	0,38	63	0,60	125	0,49	65	0,57	66	0,51	80

Les autres espèces observées ont un comportement sensiblement différent, qui se caractérise par des variations moins accentuées de leur valeur fourragère au cours d'une année. Chez *Andropogon gayanus* et *Brachiaria brizantha*, cette valeur reste excellente pendant la plus grande partie de l'année. Les tableaux n°s IV et V montrent en effet que la valeur énergétique s'abaisse rarement au-dessous de 0,5 UF, et que les teneurs en azote digestible restent supérieures à 60 g/kg de matière sèche produite. En outre, on peut constater que chez *Andropogon gayanus*, et contrairement à ce qui est observé pour les *Panicum max.* et *Brachiaria mutica*,

l'effet de la fumure azotée se manifeste par des valeurs élevées des deux composantes de la valeur fourragère pendant la première partie de la saison chaude et humide. HAGGAR (16) a fait la même observation au Nigeria, et il est probable que l'azote agit surtout en régularisant la production tout au long d'une année, en atténuant les écarts entre les taux de croissance saisonniers.

L'examen des tableaux n°s IV et V fait également ressortir l'intérêt du *Pennisetum purpureum* (Kisozi), pour son excellente valeur fourragère, qui se maintient pendant la plus grande partie de l'année. La valeur azotée en particu-

lier est la plus élevée parmi les cultivars en observation, puisqu'elle est le plus souvent supérieure à 100 g de MAD par kg de M.S., taux exceptionnel pour une graminée. Plusieurs auteurs ont d'ailleurs signalé l'intérêt de ce cultivar. A Madagascar, GRANIER (15) montre sa valeur pour l'alimentation des vaches laitières. En Ouganda, OGWANG et MUGERWA (21) mettent en évidence sa haute valeur fourragère à condition qu'elle soit exploitée entre 4 et 8 semaines. SAID (25) au Kenya et ABDELMALIK et collab. (1) en Egypte montrent également sa haute valeur nutritive, toujours plus élevée que celle des autres graminées utilisées comme fourrage. Elle semble toutefois exigeante en fumure azotée : WILLIAMS (43) montre que l'on peut obtenir 55 t de M.S./ha/an, avec une teneur en protéine brute de 10 p. 100 environ et des cycles d'exploitation de 60 jours, si l'on apporte une fumure voisine de 1 t d'azote par ha et par an. Au Venezuela, ARIAS (3) donne des résultats très voisins.

Outre cette exigence en engrais azotés, *Pennisetum purp.* (var. Kisozi) a aussi l'inconvénient d'avoir un faible taux de matière sèche (à Sangalkam, 12 à 15 p. 100 pour des cycles de 5 à 8 semaines), qui le rend impropre à une mise en réserve sous forme de foin ou d'ensilage.

### 2.3. Autres facteurs de variation de la valeur fourragère

Si les doses d'engrais minéraux apportées déterminent le plus souvent le niveau productif de ces graminées à hautes potentialités fourragères, la fréquence de distribution constitue également un facteur non négligeable, et qui peut influencer la répartition saisonnière de la production et par conséquent ses qualités nutritives. C'est pourquoi, dans le système productif instauré à Sangalkam, les apports minéraux sont effectués après chaque cycle d'exploitation. Cette fréquence d'application est en effet prônée en système intensif. CHADHOKAR (8) constate au Sri Lanka, sur culture de *Brachiaria mutica* exploité à 6 semaines, que la fréquence des applications d'azote augmente le taux de protéine brute et régularise la variabilité saisonnière de la production sur pied. Nous avons fait des constatations identiques à Sangalkam au cours de la première année de nos observations. Pendant cette période en effet (1975-1976), l'apport minéral effectué, une coupe sur deux accentuait l'irrégularité de la

production, spécialement chez les espèces à potentialités productives élevées (*Panicum max.* et *Brachiaria mutica*), d'où la forme « en dents de scie » des graphiques de production (6). Ce phénomène s'est beaucoup atténué à partir du moment où l'engrais a été appliqué après chaque coupe.

Certains auteurs ont également prétendu que la hauteur de coupe, dont l'influence sur la productivité est probable, pouvait également modifier la qualité des fourrages produits. A Porto Rico, SOTOMAYOR-RIOS et collab. (39, 40) ont pu constater sur *Brachiaria mutica*, que les teneurs en protéine brute étaient plus élevées pour des coupes effectuées à 5 cm du niveau du sol qu'à 15 cm. Toutefois, on ne trouve pas d'autres observations susceptibles d'étayer cette affirmation, qui demande donc à être confirmée.

### 2.4. Influence de la fumure minérale sur le bilan saisonnier et annuel

La comparaison de la valeur respective de ces 7 graminées, spécialement de leur qualité nutritive pour l'alimentation du bétail, ne peut en fait s'établir que si l'on tient compte à la fois de leur production en matière sèche et de leur valeur bromatologique, en un mot si l'on établit un bilan des quantités de MAD et du nombre d'UF que peut produire l'unité de surface cultivée. Le tableau n° VI synthétise les résultats obtenus. Il met en évidence l'importance des 2 principales composantes de la valeur fourragère (valeurs énergétique et azotée) en regard du facteur « production en matière sèche » auquel on a tendance à attacher le plus d'importance. On peut constater par exemple que chez le *Panicum max.* (Var. 5601), un apport en matière sèche de 3,810 kg provenant des récoltes effectuées de novembre à mai procure autant d'UF et de MAD que 5,490 kg récoltés de juin à octobre. Pour les 2 *Brachiaria*, les apports énergétiques et azotés sont légèrement plus élevés chez le *B. brizantha* que chez le *B. mutica*, alors que la production en matière sèche est nettement plus élevée pour ce dernier.

L'application d'une forte fumure minérale, azotée en particulier, ne peut donc pas être recommandée pour des graminées à croissance trop rapide. Dans ce cas, et comme le remarque FRITZ (12) sur *Pennisetum purp.*, il y a diminution des taux de matière sèche et augmentation des teneurs en cellulose brute, et ceci se traduit par une nette diminution de la valeur

TABL. N°VI - Bilan saisonnier et annuel des quantités d'énergie (Nombre d'unités fourragères) et d'azote (poids de MAD en g) fournies par m<sup>2</sup> de surface cultivée en Graminées réputées à hauts rendements fourragères

Période Espèces	Novembre à mai (sèche)			Juin à octobre (humide)			T o t a l a n n é e		
	Poids M.S. (kg)	Nombre d'UF	MAD (g)	M.S. (kg)	Nombre d'UF	MAD (g)	M.S. (kg)	Nombre d'UF	MAD (g)
<i>Panicum maximum</i> (5 601)	3,810	2,15	374	5,490	2,13	367	9,300	4,28	741
<i>Panicum maximum</i> (K.187b)	2,810	1,40	289	3,280	1,55	324	6,090	2,95	613
<i>Brachiaria mutica</i>	3,395	1,73	299	3,855	1,87	249	7,250	3,60	548
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,055	1,95	321	3,175	1,73	260	6,230	3,68	581
<i>Andropogon gayanus</i>	2,395	1,42	192	2,740	1,73	300	5,135	3,15	492
<i>Pennisetum purpureum</i> (Kisozi)	2,505	1,31	265	2,295	1,31	246	4,800	2,62	511
<i>Chloris gayana</i>	2,180	1,01	182	2,605	1,30	213	4,785	2,31	395

énergétique du fourrage produit. L'établissement de ce bilan permet en outre de rechercher un compromis satisfaisant entre une bonne production sur pied et une valeur nutritive répondant aux besoins d'un élevage intensif. Dans le cas contraire, il faut prévoir une complémentarité des rations.

## 2.5. Teneurs en éléments majeurs

Les teneurs en P, K et Ca dépendent le plus souvent de celles de l'azote qui est reconnu comme étant l'élément fondamental qui limite les variations des autres. Par conséquent, ils sont sensibles aux mêmes influences : non seulement ils varient avec l'espèce, mais surtout avec l'âge des plantes au moment de leur exploitation.

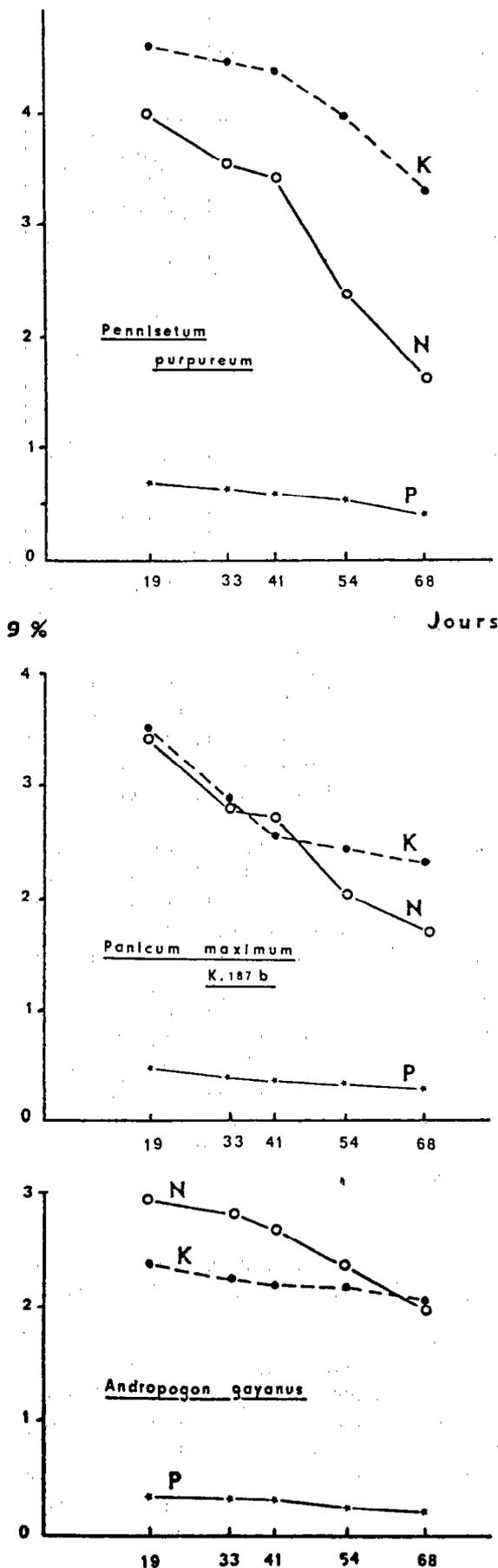
### 2.5.1. Influence du stade végétatif

Les teneurs en P, K et Ca diminuent, comme celles de l'azote, avec l'âge des tissus de ces plantes, et cette chute varie beaucoup suivant les espèces et d'un élément à l'autre. Les graphiques de la figure 1 schématisent l'évolution des valeurs P et K, comparativement avec celles de N. A une chute rapide des taux d'azote, correspond une diminution corrélative des taux de K et P, au fur et à mesure que s'allongent dans

le temps les cycles d'exploitation. En général, les droites représentatives de cette évolution ont des pentes variables, qui reflètent l'intensité de ces chutes, très différentes d'une espèce à l'autre. Les résultats portés sur la figure 1 correspondent tout à fait à ceux établis dans l'étude de la valeur fourragère : les taux en éléments majeurs sont les plus élevés chez *Pennisetum purp.*, mais la chute est plus forte à la fin de la 6<sup>e</sup> semaine. Pour les *Andropogon gayanus*, en revanche, les taux varient beaucoup moins, ce qui confirme les observations précédentes. Ici encore, on peut constater que l'influence de la fumure minérale, azotée en particulier, est très variable d'une espèce à l'autre. Les taux de Ca subissent des variations très voisines de celles de P, et les teneurs ont des valeurs très proches chez ces 2 éléments majeurs.

### 2.5.2. Valeurs de ces teneurs et variations possibles dans un système d'exploitation donné

A Sangalkma, compte tenu des résultats obtenus pendant 5 années consécutives d'observations, la durée des cycles d'exploitation peut être très variable (4 à 9 semaines), mais une moyenne de 6 semaines peut être considérée comme la plus valable, dans le système d'exploitation adopté. Les résultats portés dans



le tableau n° VII représentent les valeurs moyennes des teneurs en matières minérales et éléments majeurs, qui correspondent, pour les 7 graminées observées, à des cycles dont la durée est très proche de cette moyenne. Si l'on tient compte du fait que celle-ci peut varier entre 4 et 9 semaines, la valeur de l'écart type ( $\sigma$ ) a été calculée de façon à pouvoir apprécier la dispersion possible des valeurs autour de cette moyenne.

Les moyennes données offrent en général une bonne correspondance avec celles admises par la plupart des auteurs, et montrent que la plus grande partie de ces cultivars ont des teneurs en matières minérales et éléments majeurs proches les unes des autres, à ce stade tout au moins.

En général, on n'observe que de faibles différences des teneurs en azote minéral d'une espèce à l'autre. Par contre, elles semblent un peu plus accentuées pour le potassium, et pour P et Ca. Certains cultivars, comme *Andropogon gayanus*, ont de faibles teneurs en P, d'autres, comme *Brachiaria mutica*, des taux de calcium qui paraissent insuffisants. L'examen des rapports Ca/P, dont la valeur doit être comprise entre 1 et 1,7 (4) montre un léger déséquilibre entre ces 2 éléments chez *Brachiaria mutica*, mais beaucoup plus accentué pour *Pennisetum purp.* (Ca/P = 0,59). Dans ce dernier cas notamment, cette très basse valeur est à la fois liée à un taux élevé de P, et faible de Ca. Il est fréquent que de fortes applications de fumure azotée nécessitent des apports calciques, notamment pour corriger le pH du sol (42). Dans ce cas, un apport de phosphate tricalcique en fumure de fond au moment de l'implantation peut avoir un effet bénéfique.

D'autres auteurs ont également mis en évidence cet effet des apports d'azote : aux Antilles françaises, DUMAS et collab. (11) observent chez *Digitaria decumbens* que l'azote augmente les teneurs en K et Na, mais diminue celles en P et Ca. Des observations identiques peuvent être effectuées sur les espèces qui ont fait l'objet de nos observations : chez *Brachiaria mutica*, KHAN et collab. (20) montrent que l'azote élève les teneurs en protéine des fourrages, mais diminue celles en phosphore. FRITZ (12) sur *Pennisetum purp.* et THANGAMU-

◀ Fig. 1. — Evolution des teneurs en éléments N-P-K en fonction de la durée des cycles d'exploitation, chez 3 graminées fourragères cultivées à Sangalkam suivant un mode intensif.

TABL. N° VII - Valeur moyenne des teneurs en éléments minéraux (p.100) et dispersion possible des données recueillies pour des cycles d'exploitation de 4 à 9 semaines, dans les conditions de Sangalkam

Espèces	Mat. minér. totales		Insol. Chlor.		N		P		K		Ca		Ca/P	
	$\bar{X}$	$\delta$	$\bar{X}$	$\delta$	$\bar{X}$	$\delta$	$\bar{X}$	$\delta$	$\bar{X}$	$\delta$	$\bar{X}$	$\delta$	$\bar{X}$	$\delta$
<i>Panicum maximum</i> (5 601)	11,3	1,2	4,8	0,7	2,01	0,45	0,349	0,068	2,84	0,42	0,454	0,078	1,30	0,25
<i>Panicum maximum</i> K. 187b	11,2	1,3	4,7	0,8	2,11	0,48	0,316	0,040	2,48	0,46	0,419	0,066	1,33	0,26
<i>Brachiaria mutica</i>	11,6	1,3	3,8	1,0	2,02	0,50	0,357	0,070	3,24	0,40	0,305	0,068	0,85	0,22
<i>Brachiaria brizantha</i>	10,2	1,3	4,1	0,8	2,20	0,46	0,369	0,052	2,56	0,32	0,354	0,080	0,96	0,23
<i>Andropogon gayanus</i>	9,1	1,0	3,6	0,8	2,16	0,43	0,278	0,056	2,18	0,28	0,378	0,062	1,36	0,28
<i>Pennisetum purpureum</i> (Kisozi)	12,0	1,6	4,4	1,0	2,34	0,60	0,458	0,074	3,72	0,66	0,270	0,064	0,59	0,17
<i>Chloris gayana</i>	11,8	1,4	4,2	1,2	2,06	0,40	0,390	0,051	2,25	0,30	0,416	0,082	1,07	0,21

THU et collab. (41) sur *Panicum max.* font également les mêmes constatations. Dans un système d'exploitation donné, les variations des teneurs en P et Ca peuvent aussi être liées à la fréquence des coupes (23) : on peut en effet constater qu'elles diminuent si les cycles d'exploitation sont plus longs. Les variations saisonnières sont liées à celles des taux de croissance, donc indirectement à celles de l'azote. Ceci expliquerait les divergences que l'on peut trouver dans certaines conclusions : pour PARETAS et collab. (23), les taux de P diminuent en saison sèche chez *Pennisetum purp.* tandis que ceux de Ca augmentent ; HOLM (18), quant à lui, trouve en Thaïlande, pour cette même espèce, des teneurs plus élevées en P et Ca pendant la saison sèche.

Dans notre système d'exploitation, la variabilité des teneurs en matières minérales et éléments majeurs est assez grande (voir tableau n° VII). Les écarts possibles les plus élevés s'observent pour l'azote ( $\pm 40$  p. 100 pour un intervalle de sécurité de 95 p. 100) et le calcium ( $\pm 40$  p. 100). Pour P et K, elle est un peu plus faible ( $\pm 30$  p. 100).

Il ressort donc de cet examen que la détermination d'une fumure minérale plus économique et mieux ajustée aux conditions saisonnières et matérielles tendrait non seulement à régulariser la production fourragère et ses qualités nutritionnelles, mais aussi à abaisser son prix de revient. La réalisation d'un calendrier d'explo-

tation plus rigoureux et moins voué à l'empirisme agirait aussi dans le même sens.

## DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSIONS

Les conditions matérielles d'exploitation constituent des facteurs déterminants, non seulement pour la productivité et l'efficacité de l'alimentation en eau, mais aussi pour la valeur alimentaire et la qualité nutritive des fourrages livrés à la consommation du bétail.

La valeur fourragère des 7 graminées observées varie non seulement avec leur genre, espèce ou variété, mais surtout avec le stade végétatif atteint au moment de l'exploitation et la fertilisation minérale appliquée. C'est dire si l'importance du rythme d'exploitation devient grande sur le plan qualitatif. Dans ce domaine, les valeurs de certains paramètres de croissance, comme les rapports entre les poids secs des tiges et des feuilles (f/t), sont un critère très valable des divers stades végétatifs de la croissance des herbacées, car ils varient dans le même sens que leur valeur fourragère, azotée en particulier. On a pu constater que, dans la majorité des cas examinés, un rapport (f/t) voisin de l'unité conciliait une très bonne production sur pied et une qualité nutritive élevée des fourrages. Ces observations tendent donc à confirmer le bien-fondé de l'adoption de



*Panicum maximum* Jacq. (Gramineae). — 1 : ligule ; 2 : épillet ; 3 : glume inférieure ; 4 : glume supérieure ; 5 : glumelle supérieure de la 2<sup>e</sup> fleur ; 6 : fleur. (D'après HUTCHINSON (J.) and DALZIEL (J. M.), Flora of the West Tropical Africa. HEPPER (F. N.), 2nd ed., vol. 3, 1972, p. 430. Reproduit avec l'aimable autorisation du Directeur des Jardins Botaniques Royaux de Kew.)

8 cycles d'exploitation par an, soit une durée moyenne de 45 jours par cycle. Dans les conditions de ces observations, ces durées peuvent néanmoins être comprises entre 30 et 65 jours, compte tenu de la vitesse saisonnière de la croissance.

L'examen des valeurs fourragères chez ces 7 graminées montre presque toujours d'excellentes valeurs azotées, souvent très supérieures au seuil admis de 53 g de MAD, ce qui les classe dans la catégorie des fourrages d'excellente valeur. Toutefois, les valeurs énergétiques, qui

peuvent s'abaisser au voisinage de 0,4 UF, se révèlent insuffisantes chez certains cultivars, ce qui indique que ce fourrage doit être complétement pour équilibrer la ration apportée au bétail. C'est le cas des *Panicum max.* du *Brachiaria mutica* et du *Chloris gayana*. En revanche, on remarque la haute valeur alimentaire et le très bon équilibre du *Brachiaria brizantha*, de l'*Andropogon gayanus* et du *Pennisetum purpureum*. Mais ce dernier a néanmoins l'inconvénient d'avoir des taux de matière sèche trop faibles pour être stocké sous forme de foin ou d'ensilage.

Une fumure minérale suffisante en éléments majeurs et riche en azote élève nettement les taux de MAD à des valeurs souvent voisines de 100 g par kg de matière sèche, proches de celles que l'on trouve chez certaines légumineuses réputées à haute valeur fourragère. Cependant, il est possible qu'elle contribue à diminuer les valeurs énergétiques, par suite de l'élévation des vitesses de croissance et des teneurs en cellulose brute.

Les teneurs en éléments minéraux majeurs correspondent en général à celles admises communément. Toutefois, on constate parfois des valeurs anormalement basses des rapports Ca/P, en particulier chez *Pennisetum purpureum* et *Brachiaria mutica*. Ce déséquilibre peut d'ailleurs être la conséquence de trop faibles

taux de Ca, comme c'est le cas pour ces 2 cultivars, surtout si les teneurs en P sont relativement élevées (comme chez *Pennisetum purp.*). Il est possible que ceci soit la conséquence indirecte d'une fumure azotée trop élevée. Appliquée sous forme de sulfate d'ammoniaque, d'une façon régulière et continue, il peut devenir nécessaire de neutraliser l'acidité résiduelle qui en résulte. Dans ce cas, des apports de phosphate tricalcique appliqués en fumure de fond au moment de l'implantation pourraient avoir un effet bénéfique.

Il ressort de cette étude que la conduite d'une culture fourragère intensive ne nécessite pas toujours des apports en eau importants, destinés à assurer une croissance optimale. Pour qu'ils soient rentables, certaines conditions doivent être remplies. Il s'avère en effet que la double action d'une fumure minérale suffisante et bien équilibrée et l'établissement d'un calendrier d'exploitation moins voué à l'empirisme, tendent non seulement à régulariser la production fourragère au cours des diverses saisons, mais aussi sa qualité nutritionnelle.

Dans tous les cas, les apports en eau et en éléments minéraux, ainsi que la durée des cycles d'exploitation, sont 3 facteurs si étroitement liés qu'on ne saurait les dissocier dans toute étude visant à rentabiliser la pratique de la culture fourragère intensive.

#### RESUMEN

BOYER (J.), ROBERGE (G.), FRIOT (D.). — Estudio ecofisiológico de la productividad de algunas gramíneas de rendimientos forrajeros elevados en Senegal. II. Variaciones de su valor forrajero con arreglo al ritmo de explotación y del abonado mineral. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, 38 (4) : 339-352.

La acción de las técnicas de cultivo, utilizadas para mejorar la producción forrajera y la eficiencia de la utilización del agua, tiene que dar no sólo resultados cuantitativos sino también cualitativos del valor alimenticio de los forrajes obtenidos. Las observaciones efectuadas en Senegal durante algunos años consecutivos mostraron que la acción de un abonado mineral suficiente (nitrogenada, en

particular) y el establecimiento de un calendario de explotación racional, ambos permiten aumentar y regularizar tanto la producción forrajera como sus cualidades alimenticias y nutricionales. Así, no tiene que utilizar *Panicum maximum* únicamente para los rendimientos elevados de las líneas seleccionadas sino para su valor alimenticio a fin de obtener un término medio entre ambas cualidades.

*Palabras claves* : Valor forrajera - Estados vegetativos - Abonado mineral - Materias nitrogenadas digestibles - Elementos minerales - Unidades forrajeras - *Panicum maximum* - *Brachiaria mutica* - *Brachiaria brizantha* - *Pennisetum purpureum* - *Andropogon gayanus*.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. ABDEL-MALIK (W. H.), SWIDAN (F.), MAKKY (A. A.), SHEHATA (O.), SOLIMAN (S. A.). Elephant grass (*Pennisetum purp.*), a new forage in Egypt. II - The digestibility and nutritive values of successive cuts. *Agric. Res. Rev., Cairo*, 1977, 55 : 77-84.
2. ADEMOSUN (A. A.). Nutritive evaluation of Nigerian forages. IV - The effect of stage of maturity on the nutritive value of *Panicum max.* (Guinea grass). *Nigerian Agric. J.*, 1973, 10 : 170-177.
3. ARIAS (P. J.). Some results with Elephant grass (*Pennisetum purp.*) in the north central region of Venezuela. *Trop. anim. Prod.* (Tanzania), 1980, 5 : 281-282.
4. BOUDET (G.). Manuel sur les pâturages tropicaux et

- les cultures fourragères. 2<sup>e</sup> éd. Ministère de la Coopération et du Développement, 1975, 254 p. (Coll. I.E.M.V.T. Manuel et Précis d'élevage n° 4).
5. BOUDET (G.), RIVIERE (R.). Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 227-266.
  6. BOYER (J.). Etude écophysiological 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** (4) : 269-282.
  7. BOYER (J.), GROUZIS (M.). Etudes écophysiological de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I - Influence de certains facteurs du milieu sur le comportement hydrique et la croissance. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 1977, **12** (4) : 249-267.
  8. CHADHOKAR (P. A.). Effect of rate and frequency of nitrogen application on dry matter yield and nitrogen content of Para grass (*Brachiaria mutica*). *Trop. Grasslands* (Sri Lanka), 1978, **12** : 127-132.
  9. DIALLO (S.), PUGLIESE (P. L.), CALVET (H.). Nutrition des bovins tropicaux dans le cadre des élevages extensifs sahéliers : mesures de consommation et appréciation de la digestibilité et de la valeur alimentaire des fourrages. II - Note concernant les résultats d'une première série de « digestibilité *in vivo* » sur mouton. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1976, **29** (3) : 233-246.
  10. DJIKSTRA (N. D.). Research into the digestibility and feeding value of some grasses species and grass of leys. *Versl. Landb. Onderz.*, 1957, **63** : 1.
  11. DUMAS (Y.), SALETTE (J. E.), SOBESKY (O.). Eléments d'écologie des herbages à Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) dans divers milieux des Antilles françaises. *Agron. trop.*, 1973, **28** : 819-845.
  12. FRITZ (J.). Fertilisation des plantes fourragères à la Réunion. In : Colloque sur l'intensification des productions fourragères en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants. Paris, I.N.R.A., 1974. pp. 47-51. (24-29 mai 1971.)
  13. FUNES (F.), MORALES (J. A.), LINTKUS (U.), MARTIN (J.). Growth and development of grasses in Cuba. I - Growth dynamics and seasonal protein content of four grasses : *Cuban J. agric. Sci.*, 1974, **14** : 69-77.
  14. GOMIDE (J. A.), OBEID (J. A.), TEIXEIRA-NETO (J. F.). Productividade e valor nutritivo do capim-colonião (*Panicum max.*). *Revta Soc. Brasil. Zootec.*, 1979, **8** : 198-225.
  15. GRANIER (P.). Une nouvelle variété de *Pennisetum purp.* var. Kisozi. Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (3) : 409-424.
  16. HAGGAR (R. J.). The effect of quantity, source and time of application of nitrogen fertilizers on the yield and quality of *Andropogon gayanus* at Shika, Nigeria. *J. agric. Sci. Camb.*, 1975, **84** : 529-535.
  17. HOLM (J.). Nutritive value of hay from tropical grasses cut at different stages. II - Investigation on the digestibility of hay. *Wirtschaftseigene Futter*, 1972, **18** : 246-252.
  18. HOLM (J.). The nutritive value of 12 tropical forage plants from the Chiang Mai (Thailand). *Landw. Forsch.*, 1973, **26** : 313-325.
  19. HOLM (J.). The mineral content of some tropical fodder plants at different stages of growth periods in Northern Thailand. *Thai J. agric. Sci.*, 1973, **6** : 257-266.
  20. KHAN (D. H.), ALI (M. I), ISLAM (M. S.). Yield responses and N-P relationships of a grass species grown in a Brahmaputra deltaic soil of Bangladesh. *Pol. J. Soil Sci.*, 1973, **6** : 77-84.
  21. OGWANG (B. H.), MUGERWA (J. S.). Yield response to nitrogen application and *in vitro* dry matter digestibility of Elephant grass and hybrids. *E. Afr. agric. For. J.*, 1976, **41** : 231-242.
  22. OSMAN (A. E.). Productivity of irrigated tropical grasses under different clipping frequencies in the semi-desert region of Sudan. *J. Range Mgmt*, 1979, **32** : 182-185.
  23. PARETAS (J. J.), GOMEZ (L.). Influencia de la frecuencia de corte y la irrigación en el contenido de Ca y P de la hierba Elefante Candelaria (*Pennisetum purp.* Schumacher). *Mem. Estac. Exp. de Pastos y Forrages, Indio Hatuey, Cuba*, 1972 : 75-84.
  24. ROBERGE (G.). Résultats acquis sur la production fourragère en régions tropicales humides (cas de la moyenne Côte-d'Ivoire). Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1976, 73 p. (Note de synthèse n° 6.)
  25. SAID (A. N.). Evaluation of feeds. Some results from the study of the nutritive value of Kenyan grasses and fodder crops. Nairobi University. Dept of Anim. Prod., 1976. pp. 25-36.
  26. SALETTE (J. E.). In : Proc. 11<sup>th</sup> int. Grassland Congr., Queensland, 1970. pp. 404-407.
  27. SALETTE (J. E.). Perspectives d'intensification de la production fourragère dans les tropiques humides. In : Colloque sur l'intensification des productions fourragères en milieu tropical humide et utilisation par les ruminants. Paris, I.N.R.A., 24-29 mai 1971. pp. 47-51.
  28. SIDAK (V.), SEGUI (E.), PEREZ (C.). Variability in *Panicum max.* Jacq. and some results of the selection. In : Proc. 13<sup>th</sup> int. Grassland Congr., Leipzig, 1977, sect. 1-2. pp. 300-315.
  29. SOARES (M. S.), CASTRO (A. C. G.), GOMIDE (T. A.), DA SILVA (J. F. C.). Estudo comparativo das silagens de capim-colonião (*Panicum max.* Jacq.) e de milho (*Zea mays* L.) com e sem adição de misturas de concentrados. *Revta Soc. Brasil. Zootec.*, 1980, **9** : 396-403.
  30. SOTOMAYOR-RIAS (A.), JULIA (F. J.), ARROYO-AGUILU (J. A.). Effects of harvest intervals on the yield and composition of 10 forage grasses. *J. Agric. Univ. Porto Rico*, 1974, **58** : 448-455.
  31. SOTOMAYOR-RIOS (A.), RODRIGUEZ-GARCIA (J.), SILVA (S.). Yield comparison of four forage grasses at two cutting heights and three harvest intervals. *J. Agric. Univ. Porto Rico*, 1974, **58** : 26-36.
  32. THANGAMUTHU (G.), SUNDARAM (P.), KANDASAMY (P.). Performance of Guinea grass (*Panicum max.*) under different levels of nitrogen and phosphorus manuring. *Madras agric. J.*, 1974, **61** : 584-587.
  33. VINCENTE-CHANDLER (J.). Fertilization of humid tropical grasslands. In : Forage fertilization. Madison, USA, 1974. pp. 277-300.
  34. WILLIAMS (C. N.). Fertilizer response of Napier grass under different soil conditions in Brunei. *Expl. Agric.*, 1980, **16** : 415-423.