

D. Richard ¹H. Guerin ²D. Friot ¹N. Mbaye ¹

Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale

RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Teneurs en énergies brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231.

L'énergie brute (EB) de divers fourrages d'origine tropicale a été mesurée sur les fourrages suivants : *Brachiaria mutica* en vert et en foin, *Chloris gayana* en foin, *Panicum maximum* en vert (var. K187 B, var. T58) et en foin (var. C1), *Stylosanthes guyanensis*, tapis herbacé de pâturages sahéliens, pailles de mil, de riz et de sorgho, fanes d'arachide et de niébé. La teneur moyenne en EB de ces aliments est de 4 182 kcal/kg MS (de 3 431 à 4 587) et de 4 672 kcal/kg MO (de 4 442 à 5 018). La répartition des fourrages en cinq groupes permet d'obtenir une relation précise entre les teneurs en EB et en MAT exprimées par rapport à la matière organique (ETR = 39 kcal/kg MO, $r = 0,89$, $n = 139$). La digestibilité de l'énergie (DE) de divers fourrages a été mesurée au cours de 62 essais. Elle est comprise entre 35 et 78 p. 100 (45 et 65 p. 100 pour 74 p. 100 des fourrages). Une relation très étroite est observée entre la DE et la DMO (ETR = 0,8, $r = 0,996$). La teneur en énergie digestible des fourrages varie entre 1 560 et 3 315 kcal/kg MS. **Mots clés :** Fourrage - *Brachiaria mutica* - *Chloris gayana* - *Panicum maximum* - *Stylosanthes guyanensis* - Paille - Fane - Digestibilité - Valeur énergétique - Zone tropicale - Afrique.

mêmes équations que celles utilisées pour les fourrages des zones tempérées.

Lors de diverses études menées sur des fourrages d'origine tropicale, les mesures d'énergie brute ont été faites sur des échantillons soit de fourrages de diverses origines, soit de fourrage offert, de fourrage refusé et des fèces correspondantes dans le cas d'essais de digestibilité. Ceci a permis d'établir des équations de prévision des teneurs en énergie brute et digestible de plusieurs types de fourrages. Il a également paru intéressant de rapporter la valeur calorifique des fèces.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

INTRODUCTION

L'apport énergétique est fondamental pour tout mammifère. Dans le cas des ruminants des régions intertropicales, l'énergie ingérée provient principalement des fourrages. L'utilisation digestive de cette énergie est très variable suivant la composition chimique des aliments. La connaissance des teneurs en énergies brute (EB) et digestible (ED) des fourrages est donc une étape importante tant pour l'appréciation de leur valeur énergétique que pour la précision de la couverture des besoins des animaux.

En zone tempérée, diverses études rapportent les teneurs en énergie brute et digestible des aliments (2, 4, 8). En zone tropicale, les données sont plus rares. Par ailleurs, étant donné l'importance des constituants pariétaux des fourrages des régions chaudes, il n'était pas certain que leurs valeurs calorifiques brutes puissent être reliées à leur composition chimique par les

Les fourrages

L'énergie brute a été mesurée sur des fourrages provenant de Côte-d'Ivoire, du Niger et du Sénégal. Ces fourrages étaient des graminées cultivées récoltées en vert ou en sec, des graminées naturelles coupées en vert, une légumineuse cultivée, des fourrages naturels sahéliens plurispécifiques (graminées, dicotylédones) récoltés en saison des pluies et en saison sèche, des pailles de céréales et des fanes de légumineuses. La description détaillée est rapportée dans le tableau I où cinq groupes ont été constitués en fonction des teneurs en EB.

Essais de digestibilité

Les mesures de digestibilité ont été effectuées au Sénégal dans le cadre d'un programme franco-sénégalais (IEMVT-CIRAD et LNERV-ISRA) d'étude de la valeur alimentaire des aliments disponibles pour les ruminants.

Les béliers utilisés, de race Peul-Peul et pesant en moyenne 30 kg, étaient maintenus en cage à digestibilité. Après une période préexpérimentale de 14 jours, les fèces étaient collectées pendant 6 jours. Les aliments étaient distribués en une ou deux fois par jour selon le type de fourrage. Les taux moyens de refus ont été compris entre 20 et 30 p.100. Des échantillons quotidiens de fourrages offert et refusé et

1. LNERV-ISRA, BP 2057, Dakar, Sénégal.

2. IEMVT-CIRAD, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Avec la collaboration de P. LEFEVRE, A. DUCHÉ, A. SYLLA, M. DIOP et T.M. BA.

Reçu le 28.01.90, accepté le 13.02.90

TABLEAU I Description des groupes de fourrages étudiés.

Groupe	Description générale	Fourrages étudiés	Nombre de mesures	
			Énergie brute	Digestibilité
1	Graminées cultivées et naturelles exploitées en vert	<i>Brachiaria mutica</i> , <i>Panicum maximum</i> , var. K 187B, exploitées en vert entre 25 et 63 jours de repousse <i>Echinochloa stagnina</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i>	87	38
	Foins de graminées cultivées	<i>Brachiaria mutica</i> , <i>Chloris gayana</i> , <i>Panicum maximum</i> , var. C1 et T58		
	Fourrages naturels sahéliens en saison des pluies	Tapis herbacé de pâturages naturels de la zone sahélienne (Ferlo au Sénégal) fauché au ras du sol en saison des pluies		
2	Fourrages naturels sahéliens en saison sèche	Tapis herbacé de pâturages naturels de la zone sahélienne (Ferlo au Sénégal) fauché au ras du sol en saison sèche	14	6
	Légumineuse cultivée	<i>Stylosanthes guyanensis</i>		
3	Pailles de mil et sorgho	Originaires des régions sahélienne et soudano-sahélienne	10	4
4	Fanes de légumineuses	Fanes d'arachide et niébé des régions sahélienne et soudano-sahélienne	20	10
5	Paille de riz	Paille de riz (culture sous irrigation)	8	4
Total			139	62

de fèces individuelles ont été faits. Un échantillon moyen a été constitué pour le fourrage offert, les refus et les fèces en fin d'essai. Les analyses chimiques et les mesures d'énergie ont porté sur ces trois échantillons.

Le nombre d'essais de digestibilité pour chaque groupe de fourrages est donné dans le tableau I.

Mesure de l'énergie

Une bombe calorimétrique adiabatique a été utilisée pour toutes les mesures et a été étalonnée avec de

l'acide benzoïque. Les mesures d'EB ont été exécutées en double, l'écart entre celles-ci devant être inférieur à 30 kcal/kg MS.

Analyses chimiques

Pour l'ensemble des échantillons, les teneurs en cendres, en matières azotées totales (MAT = N x 6,25) et en cellulose brute (CB) ont été déterminées selon les méthodes décrites par l'AFNOR (1). Les constituants pariétaux ont été dosés selon la méthode de Van Soest, parois (NDF), ligno-cellulose (ADF) et lignine sulfurique (ADL) sur la majorité des fourrages, à l'exception de 11 échantillons.

Analyses statistiques

Les données ont été traitées avec l'aide du logiciel GENSTAT pour les analyses de variance-covariance et du logiciel STATITCF pour les autres analyses.

RÉSULTATS

Ils sont présentés en fonction des 5 groupes décrits dans le tableau I. Ces groupes permettent de prédire la teneur en EB de la matière organique (EB/MO) en fonction de celle en MAT (MAT/MO) avec la meilleure précision. Par rapport à une régression générale incluant l'ensemble des fourrages étudiés, l'écart-type résiduel (ETR) de l'équation EB/MO = f(MAT/MO) est réduit de 25 p. 100 en répartissant les fourrages dans ces groupes.

Teneurs en énergie brute

La teneur en EB/MO des 139 fourrages étudiés varie de 4 442 à 5 018 kcal (moyenne : 4 672 kcal/kg MO) (Tabl. II). Elle est étroitement liée à la teneur en MAT/MO des différents aliments comme le montre l'équation 1 d'après laquelle les variations des MAT/MO (exprimées en g/kg MO) expliquent 79 p. 100 de la variance totale de l'énergie brute :

$$EB \text{ (en kcal/kg MO)} : 4\,516 + 1,646 \text{ MAT} + \Delta [1]$$

$$ETR = 39, r = 0,89, n = 139$$

$$\Delta = 0 \text{ pour le groupe 1}$$

$$\Delta = + 70 \text{ pour le groupe 2}$$

$$\Delta = + 29 \text{ pour le groupe 3}$$

$$\Delta = - 39 \text{ pour le groupe 4}$$

$$\Delta = - 93 \text{ pour le groupe 5}$$

TABLEAU II Teneur en énergie brute de la matière organique et de la matière sèche ; Principales caractéristiques de la composition chimique des fourrages : moyenne, écart-type et extrêmes.

Groupe de fourrages		Composition par rapport à la matière organique (par kg)			Composition par rapport à la matière sèche (par kg)			
N°	Nombre	Énergie (kcal)	MAT (g)	Lignine (g)	Énergie (kcal)	MO (g)	MAT (g)	Lignine (g)
1	87	4 683	101	65	4 173	891	90	58
		(78)	(39)	(24)	(111)	(22)	(34)	(21)
		4 534-4 874	38-209	33-143	3 758-4 397	808-933	36-183	29-133
2	14	4 754	104	113	4 425	931	96	105
		(104)	(58)	(32)	(153)	(28)	(52)	(31)
		4 646-5 018	47-252	79-176	3 986-4 587	855-966	45-227	79-164
3	10	4 615	43	90	4 332	939	40	85
		(21)	(15)	(18)	(93)	(22)	(14)	(16)
		4 588-4 648	23-62	65-117	4 225-4 463	912-969	22-57	63-109
4	20	4 665	114	119	4 219	904	103	103
		(45)	(28)	(19)	(150)	(34)	(26)	(19)
		4 590-4 754	74-181	93-149	3 875-4 402	827-959	67-164	82-143
5	8	4 500	47	68	3 587	797	37	54
		(38)	(7)	(10)	(90)	(17)	(5)	(8)
		4 442-4 562	41-62	53-82	3 431-3 704	761-816	32-47	42-66

Une relation étroite entre EB et MAT a déjà été mise en évidence tant avec des fourrages des zones tempérées (2, 4) qu'avec ceux des zones subtropicale (6) et tropicale (11).

Parmi les 5 groupes, on peut observer que le groupe 1 comprend des fourrages relativement jeunes : graminées vertes, foin coupés avant 60 jours de repousse, pâturages sahétiens de saison des pluies. Comparées aux graminées vertes cultivées en France, celles des zones tropicales ont une valeur calorifique légèrement supérieure : + 49 et + 43 kcal/kg MS pour des teneurs en MAT/MO de 75 et 150 g respectivement. Cette différence pourrait résulter de la teneur plus élevée en lignine des graminées tropicales, la lignine ayant une valeur calorifique plus élevée (6 219 kcal/kg) (9) que les autres constituants, excepté les lipides.

A même teneur en MAT, des teneurs en EB supérieures sont également observées lorsque l'âge des plantes augmente et que celles-ci deviennent sèches, ce qui apparaît dans le groupe 2 avec les pâturages sahétiens de saison sèche par comparaison au groupe 1 des graminées vertes ou séchées en foin. Comme pour les graminées des zones tempérées, on peut émettre l'hypothèse que cette EB supérieure observée dans le groupe 2 tient à la teneur importante en lignine.

Toutefois, la prise en compte de la lignine (ADL) comme variable explicative, en complément des MAT,

ne permet pas d'améliorer la prévision de l'EB, ce qui tient peut-être à la qualité chimique peu définie de la lignine sulfurique obtenue par la méthode de Van Soest, et à sa composition variable. Cette hypothèse semble confirmée par le fait que les fanes d'arachide et de niébé, malgré leur teneur élevée en lignine, ont une teneur en EB inférieure aux graminées vertes.

Dans le cas du groupe 1, les liaisons entre l'EB, d'une part, et les MAT et les différents constituants chimiques de la paille, d'autre part, ont été calculées. Avec une seule variable explicative, les écarts-types résiduels sont de 39, 53, 58, 67 et 71 avec, respectivement, les MAT, la cellulose brute, l'ADF, le NDF et la lignine, toutes les équations ayant un coefficient de corrélation significatif. La précision n'est pas améliorée en associant à la teneur en MAT un constituant de la paille comme deuxième variable explicative.

Exprimée par rapport à la matière sèche, la teneur moyenne en énergie brute des 139 fourrages étudiés est de 4 182 kcal/kg pour une composition moyenne de 933 g de matière organique, 86 g de MAT et 72 g de lignine par kg de MS. Les valeurs les plus élevées sont observées dans le groupe des pâturages sahétiens de saison sèche et de *Stylosanthes* alors que les plus faibles sont celles des pailles de riz très riches en matières minérales (Tabl. II). Ces teneurs en EB sont liées aux teneurs en matière organique et en MAT.

Énergie des fèces

Les principaux résultats relatifs aux fèces sont rapportés au tableau III.

TABLEAU III Teneur en énergie et composition chimique moyenne de 62 échantillons de fèces : moyenne, écart-type, extrêmes.

	Énergie (kcal)	Matière organique (g)	MAT (g)	Lignine (g)
Par kg de matière sèche	4 266 (286) 3 241-4 764	835 (56) 652-932	98 (21) 61-145	137 (58) 56-276
Par kg de matière organique	5 113 (143) 4 849-5 521	—	118 (27) 75-182	163 (66) 73-324

Les valeurs moyennes les plus élevées sont obtenues sur pâturages naturels sahétiens de saison sèche (4 588 kcal/kg MS avec des teneurs moyennes en MO de 875 g et en lignine de 197 g), alors que les plus faibles sont celles des fèces d'animaux consommant de la paille de riz (3 359 kcal/kg MS avec des teneurs moyennes en MO de 683 g et en lignine de 80 g).

D. Richard, H. Guerin, D. Friot, N. Mbaye

Il existe une relation significative entre la teneur en énergie brute de la matière organique des fèces (EBf) et leur teneur en MAT (MATf en g/kg MO) :

$$\text{EBf (en kcal/kg MO)} = 4\,623 + 5,155 \text{ MATf [2]}$$

$$\text{ETR} = 89, r = 0,79, n = 62$$

Comme pour les fourrages, l'introduction de la teneur en lignine en seconde variable explicative n'améliore pas la précision de l'équation.

Digestibilité de l'énergie et teneur en énergie digestible

La digestibilité moyenne de l'énergie (DE) est de 55,6 (s = 8,8), les extrêmes allant de 35,2 (paille de mil) à 78,4 (*Brachiaria mutica*, repousse de 25 jours en saison sèche froide). La majorité des résultats se situe cependant dans une fourchette plus étroite, entre 40 et 72, pour 58 données sur 62.

La DE présente une liaison très étroite avec la digestibilité de la matière organique (DMO). La valeur moyenne de cette dernière est de 59,2 (s = 8,3, extrêmes 38-80). L'équation de liaison entre DE et DMO est la suivante :

$$\text{DE} = -6,833 + 1,055 \text{ DMO [3]}$$

$$\text{ETR} = 0,805, r = 0,996, n = 62$$

Cette relation étroite résulte du fait que les facteurs de variation de ces digestibilités sont les mêmes. A titre d'illustration, dans le cas de *Panicum maximum* K187 B étudié par ailleurs (7), la DE de repousses de saison sèche chaude et de saison des pluies présente comme la DMO des liaisons significatives avec la composition chimique et l'âge des repousses dans les deux équations suivantes (J : temps de repousse en jours, MAT et CB en g/kg MS).

$$\text{DE} = 33,68 + 0,292 \text{ MAT [4]}$$

$$\text{ETR} = 3,9, r = 0,80, n = 9$$

$$\text{DE} = -11,34 - 0,01 \text{ J} + 0,335 \text{ MAT} + 0,116 \text{ CB [5]}$$

$$\text{ETR} = 3,8, r = 0,87, n = 9$$

La connaissance de la DE permet de calculer la teneur en énergie digestible (ED) des fourrages :

$$\text{ED} = \text{EB} \times \text{DE} = \text{EB} \times (1,055 \text{ DMO} - 6,833) [6]$$

Pour l'ensemble des fourrages étudiés en digestibilité, la teneur en énergie digestible varie de 1 560 à 3 315 kcal/kg MS, et de 1 664 à 3 806 kcal/kg MO (Tabl. IV). Ces variations importantes montrent la

TABLEAU IV Teneur en énergie digestible (kcal) des différents groupes de fourrages étudiés : moyenne (m), écart-type (s), extrêmes.

Groupe de fourrages		Matière sèche			Matière organique		
N°	Nombre	m	s	Extr.	m	s	Extr.
1	38	2 507	333	2 014 3 315	2 815	386	2 293 3 806
2*	6	2 145	262	1 869 2 476	2 289	322	1 913 2 654
3	4	1 684	100	1 560 1 770	1 809	107	1 664 1 917
4	10	2 321	264	1 847 2 719	2 544	276	2 000 2 958
5	4	1 773	115	1 618 1 896	2 252	78	2 154 2 338

* Les résultats du groupe 2 ne comprennent que des essais de digestibilité de pâturage naturel sahélien de saison sèche.

grande diversité des valeurs et la nécessité de bien connaître cette énergie digestible pour apprécier la valeur énergétique des fourrages.

Les teneurs en ED du groupe 1 vont de 2 014 à 3 315 kcal/kg MS, fourchette voisine de celle rapportée par BUTTERWORTH (3) : 2 230 à 3 200 kcal pour des graminées fourragères tropicales.

Ce sont les pailles de mil et de sorgho qui présentent les teneurs les plus faibles en énergie digestible, ce qui est en relation avec leur DMO peu élevée.

La teneur en énergie digestible (kcal/kg) des fourrages est proportionnelle à la teneur en MAT (g/kg MS) :

$$\text{ED} = 1705 + 6,792 \text{ MAT [7]}$$

$$\text{ETR} = 283, r = 0,68, n = 62$$

Ceci est en accord avec les observations de MINSON et MILFORD (6) et de JEFFERY (5), alors que BUTTERWORTH (3) n'observait aucune relation entre les teneurs en ED et en MAT. La précision de l'équation est d'autant plus grande que le groupe de fourrages est homogène. Pour le *Panicum maximum* K187 B, l'ETR (kcal/kg MS) est plus faible si la teneur en CB (g/kg MS) est associée à celle en MAT (g/kg MS) :

$$\text{ED} = 1386 + 13,23 \text{ MAT [8]}$$

$$\text{ETR} = 187, r = 0,79, n = 9$$

$$\text{ED} = -745 + 15,55 \text{ MAT} + 5,35 \text{ CB [9]}$$

$$\text{ETR} = 168, r = 0,86, n = 9$$

DISCUSSION

La plage de variation des teneurs en énergie brute de la matière des fourrages disponibles en zone tropicale est large puisqu'elle va de 3 431 à 4 587 kcal/kg MS : elle est plus importante que celle rapportée par VERMOREL (10) pour les fourrages tempérés : 4 000 à 4 600 kcal. Si les limites supérieures sont semblables, la limite inférieure est beaucoup plus basse en région tropicale et tient d'une part à la teneur élevée en cendres de certains fourrages, d'autre part au faible contenu en MAT des pailles et de quelques fourrages des groupes 1 et 2 ; c'est le cas en particulier des repousses de graminées cultivées âgées de plus de 55 jours ou encore des tapis herbacés des pâturages sahéliens de saison sèche.

Les variations des teneurs en énergie brute de la matière organique sont plus faibles : de 4 442 à 5 018 kcal/kg MO ; elles sont voisines des limites habituelles rapportées pour les fourrages, comme par exemple en zone subtropicale : de 4 470 à 4 950 kcal (6).

La prévision de la teneur en énergie brute de la matière organique est améliorée si les fourrages sont répartis en groupes. L'écart-type résiduel (39 kcal) rapporté pour l'équation $EB/MO = f(MAT/MO)$ est voisin de celui indiqué par DEMARQUILLY et collab. (4), alors que JEFFERY (5) donne un ETR de 148 kcal pour l'équation unique établie pour des graminées, des légumineuses et des mélanges. De même, dans l'équation de prévision de MINSON et MILFORD (6), les MAT n'expliquent que 70 p. 100 de la variance totale avec des résultats obtenus sur *Paspalum*, sorgho et siratro (*Macroptilium atropurpureum*), alors que dans les présents résultats les MAT expliquent 79 p. 100 de la variance.

La répartition en groupes des fourrages proposée ici, peut être étendue à des plantes voisines de celles étudiées. Par exemple, le Siratro est une légumineuse à rattacher au groupe 2 comme le montrent les résultats de MINSON et MILFORD (6). En revanche, certains fourrages non mentionnés dans les groupes proposés doivent être étudiés avec plus de précision. C'est le cas des organes des ligneux consommés par les ruminants en zone tropicale. L'EB de ces plantes n'est pas proportionnelle à leur teneur en MAT (Tabl. V).

La première étape de l'utilisation de l'énergie par le ruminant est son utilisation digestive. La digestibilité de l'énergie est donc importante à connaître. Elle peut être prévue avec précision à partir de la digestibilité de la DMO. Cette relation est voisine de celles rapportées par d'autres auteurs : pour une DMO de 67, l'estimation de la DE est identique à celle calculée avec l'équation de DEMARQUILLY et collab. (4) pour

TABLEAU V Teneur en énergie brute de quelques organes de ligneux.

	Matière organique (g/kg MS)	Énergie (kcal/kg MO)	MAT (g/kg MO)	Lignine (g/kg MO)
Gousses d' <i>Acacia albida</i>	959	4 713	117	92
Feuilles d' <i>Acacia seyal</i>	891	5 409	316	72
Feuilles de <i>Bauhinia rufescens</i>	871	5 022	161	134
Gousses de <i>Bauhinia rufescens</i>	957	4 873	115	188
Feuilles de <i>Guieria senegalensis</i>	960	5 009	128	147

les fourrages de zone tempérée ; pour une DMO de 45, la DE des fourrages tropicaux est inférieure de un point. Cette différence s'atténue légèrement (-0,72) pour les pailles ayant une DMO de 45 en appliquant l'équation de ANDRIEU et DEMARQUILLY (2).

Les teneurs en ED varient dans de larges limites. Les valeurs les plus élevées sont comprises entre 3 000 et 3 315 kcal/kg MS ; elles sont en moyenne inférieures de 10 p. 100 aux teneurs les plus élevées des fourrages de zones tempérées. Ceci est à mettre en relation avec les DMS et les DMO toujours plus faibles des fourrages tropicaux (même exploités très jeunes). Les teneurs les plus faibles en ED, voisines de 1 600 kcal/kg MO, sont celles des pailles de céréales ; elles sont proches de celles rapportées pour les mêmes aliments en zone tempérée. Toutefois, la fréquence des fourrages ayant une teneur en ED inférieure à 2 000 kcal/kg MO est beaucoup plus importante en zone tropicale.

CONCLUSION

Les teneurs en énergie brute des fourrages disponibles en zone tropicale peuvent être connues avec précision à partir des équations rapportées ci-dessus.

C'est cependant l'estimation de la teneur en énergie digestible des fourrages qui est l'étape la plus importante de la prévision de leur valeur énergétique. La

D. Richard, H. Guerin, D. Friot, N. Mbaye

relation étroite entre la DE et la DMO montre qu'une bonne prévision de la DE est fonction de la précision de la DMO. En zone tropicale où les principaux fourrages disponibles (pâturages naturels, sous-produits agricoles) sont souvent de faible qualité pendant de nombreux mois de l'année, c'est entre l'EB et l'ED que les pertes énergétiques sont plus importantes.

Dans la présente étude, l'ED représente entre 35 et 78 p.100 de l'EB ; pour 51 p.100 des fourrages, la digestibilité de l'énergie est inférieure à 55 p.100, et pour 3 p.100 seulement des fourrages elle est supérieure à 70 p.100.

RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). The gross and digestible energy content of forages available in tropical Africa. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231.

The determination of the gross energy (GE) content of tropical forages was carried out using *Brachiaria mutica* as green forage and hay, *Chloris gayana* as hay, *Panicum maximum*, var. K187 B and T58 as green forage and var. C1 as hay, *Stylosanthes guyanensis*, grass from Sahelian pastures and straws (sorghum, millet, groundnut and niebe). The mean GE content was 4 182 kcal/kg dry matter DM (from 3 431 to 4 587) and 4 672 kcal/kg organic matter OM (from 4 442 to 5 018). The distribution of forages into five groups gives an accurate relationship between gross energy (GE) and crude protein (CP) expressed relative to the organic matter (OM) (i.e. GE/OM and CP/OM) (RSD = 39 kcal/kg OM, $r = 0,89$, $n = 139$). The energy digestibility (ED) was calculated in 62 digestibility trials. It ranged from 35 to 78 % and between 45 and 65 % for 74 % of the forages. An accurate correlation was observed between ED and organic matter digestibility (RSD = 0,8, $r = 0,996$). The digestible energy content of the forages ranged between 1 560 and 3 315 kcal/kg DM. **Key words :** Forages - *Brachiaria mutica* - *Chloris gayana* - *Panicum maximum* - *Stylosanthes guyanensis* - Hay - Straw - Digestibility - Digestible energy content - Tropical area - Africa.

Il faut aussi prendre en compte les pertes d'énergie sous forme urinaire, de gaz et surtout d'extra-chaleur pour pouvoir quantifier l'énergie disponible pour les productions. L'analyse des données recueillies sur les urines collectées lors des essais de digestibilité devrait permettre de connaître les pertes énergétiques.

Par ailleurs, des essais d'alimentation en cours couplés à l'étude de l'évolution de la composition chimique corporelle et des produits animaux aboutiront à l'évaluation des quantités d'énergie fixée, étape nécessaire à l'élaboration de recommandations en apports énergétiques.

RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (N.). Contenidos de energía bruta y digestible de forrajes disponibles en zonas tropicales. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (2) : 225-231.

La energía bruta (EB) de diversos forrajes tropicales fue medida para los siguientes forrajes : *Brachiaria mutica*, fresca y en paja, *Chloris gayana*, en paja, *Panicum maximum*, fresco (var. K187 B, var T58) en paja (var. C1), *Stylosanthes guyanensis*, cobertura herbácea de pastizales sahelinos, pajas de millo, arroz y sorgo, cortes de araquida y niebé. El contenido de EB de estos alimentos es de 4 182 kcal/kg MS (de 3 431 a 4 587) y de 4 672 kcal/kg MO (de 4 442 a 5 018). Mediante la repartición de los forrajes en 5 grupos, se obtuvo una relación precisa entre los contenidos en EB y MAT, expresados en relación a la materia orgánica (MO) (ETR = 39 kcal/kg MO, $r = 0,89$). La digestibilidad de la energía (DE) de diversos forrajes fue medida en 62 experimentos. Esta comprendida entre 35 y 78 p.100 y entre 45 y 65 p.100 para 74 p.100 de forrajes. Se observa una estrecha relación entre la DE y la DMO (ETR = 0,8, $r = 0,996$). El contenido en energía digestible de los forrajes varía entre 1 569 y 3 315 kcal/kg MS. **Palabras claves :** Forraje - *Brachiaria mutica* - *Chloris gayana* - *Panicum maximum* - *Stylosanthes guyanensis* - Paja - Hojarasca - Digestibilidad - Energía digestible - Zona tropical - Africa.

BIBLIOGRAPHIE

1. AFNOR Méthodes d'analyse des aliments de bétail. Paris, AFNOR, 1981. 300 p.
2. ANDRIEU (J.), DEMARQUILLY (C.). Prediction of the digestible and metabolisable energy content of forages from their chemical composition and organic matter digestibility. In : Actes du XVIIe Congrès international des herbages, Nice, France, 4-11 oct. 1989. Versailles, INRA, 1989. Vol. II, p. 875-876.
3. BUTTERWORTH (M.H.). The digestible energy content of some tropical forageS. *J. agric. Sci.*, 1964, 64 : 319-321.
4. DEMARQUILLY (C.), ANDRIEU (J.), SAUVANT (D.). Composition et valeur nutritive des aliments. In : JARRIGE (R.), éd. Alimentation des ruminants. Versailles, INRA, 1978. P. 469-518.
5. JEFFERY (H.). The relation between various energy parameters, chemical composition and digestibility of some pasture swards in a subtropical environment. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1971, 11 : 397-402.
6. MINSON (D.J.), MILFORD (R.). The energy values and nutritive value indices of *Digitaria decumbens*, *Sorghum almum* and *Phaseolus atropurpureum*. *Aust. J. agric. Res.*, 1966, 17 (4) : 411-423.

7. RICHARD (D.), GUERIN (H.), FRIOT (D.), ROBERGE (G.). La valeur alimentaire du *Panicum maximum* K187 B. *In* : Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. Symposium, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 2-6 juin 1987. Paris, INRA, 1989. P. 11-19.
8. SCHIEMANN (R.), JENTSCH (W.), WITTENBURG (H.). Zur Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie und Nährstoffe von der Höhe der Futteraufnahme und der Rationszusammensetzung bei Milchkühen. *Arch. Tierernähr.*, 1971, **21** : 223-240.
9. SCHRAMM (S.), BERGNER (H.). Untersuchungen zu einem neuen Verfahren der indirekten kalorimetrischen Bestimmung der Lignin in Futtermitteln. 2. Nachweis der allgemeinen Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit der Verfahren an verschiedenen Futtermitteln. *Arch. Tierernähr.*, 1969, **19** : 281-288.
10. VERMOREL (M.). Énergie. *In* : JARRIGE (R.), éd. Alimentation des ruminants. Versailles, INRA, 1978. P. 47-88.
11. XANDE (A.), GARCIA-TRUJILLO (R.), CAGERES (O.). Tables de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la zone Caraïbe. Pointe-à-Pitre, INRA Antilles-Guyane, 1985. 51 p.