

ZVCCO 1102

1102

2057 : espèces variées

1978

NUTRITION DES BOVINS TROPICAUX DANS LE CADRE DES
ELEVAGES EXTENSIFS SAHELIENS : MESURES DE CONSOM-
MATION ET APPRECIATION DE LA DIGESTIBILITE ET DE
LA VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES(*)

IV - NOTE CONCERNANT LA COMPARAISON DE CINQ
METHODES D'APPRECIATION DE LA
DIGESTIBILITE DES ALIMENTS DU BETAIL
(FOURRAGES VERTS)

par P.L. PUGLIESE, D. FRIOT, H. CALVET (**)

1- INTRODUCTION

La présente note constitue la **quatrième** partie d'une série d'articles déjà publiés sous le titre général : "Nutrition des bovins tropicaux dans le cadre des élevages extensifs **sahéliens**". (1, 2, 3). Ceux-ci ont permis de définir les objectifs poursuivis, d'exposer les **méthodes** utilisées, de souligner les difficultés **rencontrées** et de donner dans le **contexte** de cette recherche un certain nombre de **résultats préliminaires**.

L'un des problèmes initiaux à résoudre, entre **autres**, résidait dans le choix d'une méthode d'**appréciation** de la digestibilité des fourrages qui **soit appli- cable** sur le terrain et capable de donner des **résultats** satisfaisants par **rapport** à la méthode de **référence** : la digestibilité in vivo sur **mouton**. Or, dans les conditions tropicales, l'alimentation des animaux au **pâturage** repose sur deux catégories de fourrages très sensiblement différentes : les fourrages verts de la saison des pluies et les fourrages secs **consommés** durant la saison sèche, La méthode de digestibilité à adopter sur le terrain devait donc tenir compte de cette **distinc- tion**. Un précédent travail (3) a eu pour objectif de tester par rapport à la **métho- de de référence** quatre méthodes indirectes appliquées aux fourrages secs. Le pré- sent travail procède du même esprit, avec les mêmes **méthodes, appliquées** cette fois à des fourrages verts.

(*) L'étude de la nutrition des bovins tropicaux dans le cadre des élevages exten- sifs **sahéliens** fait l'objet d'un thème de recherche inscrit au **Ivè** plan de développement économique et social de la République du Sénégal.

(**) Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires B.P. 2057 DAKAR-HANN, (République du Sénégal).

II - MATERIEL ET METHODES

II/1 - Fourrages testés

Les fourrages testés dans le cadre de cette étude représentent un matériel végétal qui a été suivi au cours de **trois** années consécutives d'exploitation, en saison sèche et en saison des pluies, au plan de la bromatologie, de la digestibilité et de la valeur alimentaire (4 et **présente** note>. **Il s'agit** d'un Panicum **Maximum** (56 - 01 - Dakar) et d'un Pennisetum **purpureum** variété **Kizozi** qui ont été exploités à divers stades de végétation entre 25 et 90 jours. Si on **peut** regretter que la comparaison des méthodes qui nous intéresse ici n'ait pu porter sur un plus grand nombre **d'espèces fourragères**, chaque **espèce** a cependant **été** étudiée à deux époques très différentes de l'année, en digestibilité in vivo et par quatre méthodes indirectes et ceci depuis un stade de végétation très jeune jusqu'à un stade très avancé. C'est donc en définitive à un matériel végétal assez diversifié, depuis des repousses **très** tendres, jusqu'à **des** cannes relativement ligneuses, qu'on a eu affaire. **Au** total, c'est par rapport à 43 **expérimentations** de digestibilité in vivo que les **comparaisons** ont été effectuées.

II/2 - Méthodes indirectes retenues

Parmi les différentes **méthodes** indirectes d'appréciation de la digestibilité ont été retenues ici :

- la **méthode** des **rapports** (Lignin ratio> qui utilise la lignine **comme** marqueur interne des fourrages, celle-ci étant dosée soit par l'acide sulfurique 72 %, soit **par** le **permanganate** de potassium ;
- la **méthode** **mettant** en jeu l'équation **sommatrice** dite de Van Soest ;
- la digestibilité **in vitro** en deux temps de Tilley et Terry ;
- la méthode de l'index fécal azoté (**Lambourne** et **Reardon**).

Ces différentes **méthodes** ont été détaillées dans l'**article** concernant les fourrages secs (3). Seule la **méthode** in vitro a fait l'objet de quelques adaptations, compte tenu des observations que nous avons faites sur **fourrages** secs. **Ces adaptations** sont les suivantes :

.../...

- a) L'échantillon, passé au tamis de 0,5 mm, est analysé brut et non séché à 100 % **comme** auparavant, la matière sèche étant déterminée à part.
- b) Au lieu de déterminer la digestibilité d'un échantillon en une seule série de 56 tubes, nous testons 5 à 7 échantillons à la fois sur une dizaine de tubes **par** échantillon et répétons les séries de 3 à 5 fois consécutivement. Ceci permet de déceler d'éventuelles, quoique rares, variations d'une série à une autre ; on peut ainsi éliminer une série aberrante.
- c) Les moutons donneurs de jus de **rumen** ont été remplacés par des bovins nourris avec une alimentation constante à heure fixe et soumis à **prélèvement** également à heure fixe.
- d) La salive artificielle de Mac Dougall est toujours utilisée **mais** le chlorure de calcium est ajouté au **moment** de l'emploi ; le pH est ajusté à 6,9 - 7,0 après **barbottage** de gaz carbonique à 37°C.
- e) Enfin, la première digestion de 48 heures avec le mélange salive-jus de **rumen** est arrêtée avec de la glace à la place du chlorure **mercurique** **précédemment** utilisé.

Ainsi modifiée, la méthode de Tilley et **Terry** nous a donné des résultats **reproductibles**.

II/3 - Critères statistiques d'appréciation de la validité des méthodes

Les critères statistiques d'appréciation de la validité des diverses méthodes indirectes retenues par rapport à la **méthode** de référence ont été d'une part le **résultat** d'une analyse de **variance par blocs casualisés** qui permet de porter un jugement sur la **comparabilité** des groupes testés, d'autre part le résultat du test de corrélation qui permet de situer le **degré** de liaison existant éventuellement entre les **méthodes**. La discussion qui suit et qui **porte** sur les **résultats présentés** ci-dessous prend en compte méthode par méthode ces deux critères.

.../...

III - RESULTATS D'ENSEMBLE OBTENUS AVEC LES QUATRE METHODES INDIRECTES RETENUES ET LA METHODE DE REFERENCE

Ces **résultats** figurent aux tableaux **généraux** n°I et II qui regroupent, **par** fourrage et **pour** chacun des stades de **végétation** étudiés, en saison sèche et en saison des pluies, les cinq types de données obtenues.

D'une façon générale, les coefficients **d'utilisation** digestive **rapportés** ici intéressent **l'ingéré** réel. Ils sont donc le résultat de corrections **tenant** compte de la **proportion, de** la composition et éventuellement des coefficients de digestibilité des refus.

Tableau n°I - Panicum Maximum - Coefficients de digestibilité (p.100). Résultats d'ensemble obtenus avec les quatre méthodes indirectes retenues et la méthode de référence.

I - a) - Saison des pluies

Nombre de jours de végétation du fourrage	Nombre de digestibilités in vivo *	Nombre d'animaux traités en digestibilité in vivo *	Digestibilité in vivo		Rapport lignine		van soest	Digestibilité in vitro		Lambourne
					H ₂ SO ₄	KMnO ₄		dMS	dMO	
			dMS	dMO	dMS	dMS	dMO			dMS
25	1	4	55,3 ± 3,4	57,5 ± 3,0	67,8	41,9	66,5	57,6	54,1	59,4
35	3	18	60,5 ± 1,7	61,6 ± 1,6	37,4	26,7	52,6	53,0	51,1	54,7
45	3	18	62,8 ± 2,4	64,8 ± 2,4	36,3	33,0	53,3	49,4	46,8	53,9
55	3	14	58,5 ± 2,9	58,8 ± 2,6	45,7	18,2	56,1	42,6	37,4	54,5
65	2	10	53,6 ± 2,7	57,3 ± 2,3	29,9	19,8	52,1	37,6	33,6	52,5

1 - b) - Saison sèche

Nombre de jours de végétation du fourrage	Nombre de digestibilités in vivo *	Nombre d'animaux traités en digestibilité in vivo *	Digestibilité in vivo		Rapport lignine		Van Soest	Digestibilité in vitro		Lambourne
					H ₂ SO ₄	KMnO ₄		dMS	dMO	
			dMS	dMO	dMS	dMS	dMO			dMS
30	1	6	68,8 ± 4,8	73,1 ± 4,2	50,5	15,7	70,3	-	-	61,1
40	4	17	65,0 ± 2,0	69,3 ± 1,8	52,9	21,8	60,0	59,0	57,7	55,2
50	3	13	58,6 ± 2,4	63,3 ± 2,3	33,8	27,8	59,6	56,0	54,6	56,5
60	3	14	58,8 ± 3,3	63,9 ± 3,5	31,8	14,8	61,5	52,6	49,8	55,3
75	2	8	55,7 ± 4,4	58,3 ± 4,6	35,5	25,1	61,4	51,7	49,3	52,4

* Chaque expérimentation de digestibilité in vivo correspond en général au traitement de 4 à 6 animaux.

Tableau n°II - Pennisetum Kizozhi - Coefficients de digestibilité (p.100) - Résultats d'ensemble obtenus avec les quatre méthodes indirectes retenues et la méthode de référence.

II - a) - Saison des pluies

Nombre de jours de végétation du fourrage	Nombre de digestibilités in vivo	Nombre d'animaux traités en digestibilité in vivo	Digestibilité in vivo		Rapport lignine		van Soest	Digestibilité in vitro		Lambourne
					H ₂ SO ₄	KMnO ₄		dMS	dMO	
			dMS	dMO	dMS	dMS	dMO	dMS	dMO	dMO
25	1	4	69,8 ± 5,9	74,2 ± 4,9	52,4	40,6	59,4	-		68,9
35	1	6	69,5 ± 2,8	71,3 ± 2,7	50,2	29,2	54,7	59,6	57,4	57,5
45	1	4	65,2 ± 4,4	67,2 ± 4,1	47,6	30,1	57,5	55,3	52,7	56,2
55	1	4	64,4 ± 2,6	67,5 ± 2,4	61,0	49,9	66,3	60,7	61,0	55,8
65	2	10	59,9 ± 1,7	61,9 ± 1,8	60,8	31,2	58,9	58,5	56,8	57,3

II - b) - Saison sèche

Nombre de jours de végétation du fourrage	Nombre de digestibilités in vivo	Nombre d'animaux traités en digestibilité in vivo	Digestibilité in vivo		Rapport lignine		van Soest	Digestibilité in vitro		Lambourne
					H ₂ SO ₄	KMnO ₄		dMS	dMO	
			dMS	dMO	dMS	dMS	dMO	dMS	dMO	dMO
25	2	10	66,6 ± 2,3	69,3 ± 2,4	65,0	35,6	66,1			62,8
35	1	2	67,0 -	69,9 -	68,9	44,0	71,2			63,0
45	1	4	65,4 ± 3,1	68,0 ± 2,9	64,6	61,4	69,8	-	-	60,3
55	2	8	65,1 ± 2,5	68,4 ± 3,2	44,5	20,6	62,4	64,8	63,6	58,5
65	3	14	63,7 ± 1,6	66,2 ± 1,5	59,0	49,9	71,7	60,5	58,7	57,4
75	1	4	62,9 ± 2,0	65,6 ± 1,8	47,3	15,2	59,5	56,1	54,0	54,6
90	2	8	57,8 ± 3,4	60,3 ± 3,3	43,8	37,5	60,8	53,7	51,0	53,6

IV - ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION

IV/1 - Méthode des rapports

L'analyse de variance appliquée à la comparaison des coefficients de digestibilité par la méthode in vivo et par la méthode lignine H_2SO_4 met en évidence une différence hautement significative entre les deux méthodes ($F_{20}^1 = 32,161$). Dans l'absolu la méthode lignine H_2SO_4 n'est donc pas applicable telle quelle à la détermination des coefficients de digestibilité des fourrages verts. Il existe cependant une liaison significative à 5 % entre les deux méthodes. Sur 22 couples de valeurs le coefficient de corrélation obtenu, r , est égal à 0,45 et les paramètres de la droite de régression de x sur y (x = coefficient de digestibilité par la méthode lignine H_2SO_4 / y = coefficient de digestibilité par la méthode de référence) ressortent à $a = 0,18$ et $b = 53,76$.

Concernant la comparaison Vivo/Lignine $KMnO_4$, les résultats sur 22 couples de données sont les suivants : $F_{20}^1 = 137,02$; $r = 0,23$. Il y a une différence hautement significative entre les résultats fournis par les deux méthodes et la liaison est non significative. La méthode au permanganate est donc a priori à écarter. Seule la méthode à l'acide sulfurique, par l'application de l'équation de régression dont les paramètres ont été donnés plus haut, peut fournir un élément d'appréciation, encore que d'autres méthodes, on le verra plus loin, apparaissent plus satisfaisantes.

IV/2 - Equation sommative de Van Soest

Le traitement statistique sur 22 couples de données conduit aux conclusions suivantes : différence significative à 1 % par rapport à la méthode in vivo ($F_{20}^1 = 8,471$; liaison non significative entre les deux méthodes ($r = 0,361$). Là aussi, il semble que l'on puisse difficilement retenir la méthode pour l'appréciation des coefficients de digestibilité des fourrages verts.

IV/3 - Digestibilité in vitro en deux temps de Tilley et Terry

L'application de l'analyse de variance aux **résultats** obtenus en digestibilité in vitro par rapport à ceux obtenus in vivo fait ressortir tant pour la comparaison des coefficients de digestibilité de la matière sèche que pour celle des coefficients de digestibilité de la matière organique, des différences hautement significatives entre les deux méthodes. Les valeurs de F obtenues sont respectivement : F_{15}^1 (M.S.) = 25,32 et F_{15}^1 (M.O.) = 67,47. Par contre, la liaison entre les deux **méthodes in vivo** et in vitro est dans les deux cas significative à 1% (**respectivement** : $r = 0,63$ et $r = 0,681$). Si donc dans l'**absolu** les méthodes conduisent à des **résultats** différents, ceux-ci sont liés entre eux et de façon significative. Les courbes de **régression linéaire** et parabolique obtenues sur les données traitées sont les suivantes (x = coefficient de **digestibilité in vitro**/ y = coefficient de digestibilité in vivo) :

$$\begin{array}{l} \text{dMS} \\ y = 0,40 x + 39,21 \\ y = 0,0068 x^2 - 0,29 x + 56,53 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{dMO} \\ y = 0,38 x + 43,65 \\ y = 0,0083 x^2 - 0,42 x + 62,64, \end{array}$$

les courbes de régression parabolique cernant de plus près la **réalité**, il semble donc en **première** approche que la technique in vitro telle qu'elle a été **décrite** plus haut puisse constituer par l'**application** des relations **précédentes** un moyen indirect d'**appréciation** de la digestibilité des **fourrages** verts.

IV/4 - Equation de Lambourne et Reardon

Les calculs statistiques sur 22 couples de données obtenues font **apparaître** une différence hautement significative entre les résultats fournis par la méthode in vivo et ceux issus de l'équation de Lambourne ($F_{20}^1 = 104,231$). Cependant, la liaison entre les deux **méthodes** est significative à mieux que 1% ($r = 0,691$). Il semble donc exister avec les données traitées une **corrélation étroite** entre les

deux méthodes, les équations de régression obtenues étant les suivantes (x = coefficient de digestibilité Lambourne/ y = coefficient de digestibilité par la méthode de référence) :

$$y = 0,86 x + 15,76$$

$$y = -0,0323 x^2 + 4,72 x - 98,63$$

Au **total**, cette dernière **équation**, qui cerne davantage la **réalité** ^{peut} ~~constituer~~ un **moyen** d'approche indirect convenable pour l'appréciation sur le terrain des coefficients de digestibilité, **moyen** qu'il est toujours possible d'améliorer en faisant intervenir dans l'établissement de la **régression** un plus **grand** nombre de données, mis qui **reste**, en première approche, **immédiatement** utilisable **pour** l'étude des fourrages verts.

V - CONCLUSION

L'objectif de ce travail était donc la **comparaison** sur fourrages verts des coefficients de digestibilité obtenus **par** quatre méthodes indirectes par rapport à ceux fournis par la méthode de **référence** : la digestibilité in vivo sur mouton. Le tableau n°III suivant regroupe les résultats obtenus **eu égard** aux critères retenus **pour** cette comparaison : l'analyse de **variance** et le test de corrélation.

Tableau n°III - Comparaison des coefficients de digestibilité in vivo à ceux obtenus par les méthodes indirectes. Tests de F et de r.

Méthode		Comparaison/Digestibilité in vivo. Valeurs de F	Corrélation avec la digestibilité in vivo. Valeurs de r
-Rapport Lignine	H ₂ SO ₄	$\frac{1}{20}$ 32,16 DHS 1p.1000	0,45 Ls 5 p.100
	KMnO ₄	$\frac{1}{20}$ 137,02 DHS 1p.1000	0,23 LNS
Equation de Van Soest		$\frac{1}{20}$ 8,47 DS 1 p.100	0,36 LNS
In Vitro	MS	$\frac{1}{15}$ 25,32 DHS 1 p.1000	0,63 LS 1 p.100
	MO	$\frac{1}{15}$ 67,47 DHS 1 p.1000	0,68 LS 1 p.100
Equation de Lambourne		$\frac{1}{20}$ 104,23 DHS 1 p.1000	0,69 LHS 1 p.1000

Sur les fourrages testés - 43 expérimentations - deux méthodes indirectes, par l'application des équations de régression mises en évidence, permettent en première approche et avec le plus de fiabilité d'estimer les coefficients de digestibilité des fourrages verts par rapport à la méthode de référence : la digestibilité in vitro telle qu'elle a été décrite et la méthode de Lambourne, cette dernière conduisant aux résultats les meilleurs. La méthode des rapports

basée **sur** un dosage de lignine à l'**acide** sulfurique pourrait **éventuellement** servir de méthode approchée de vérification. **Quant** aux deux autres types de **résultats** (Lignine $KMnO_4$ et Equation de Van Soest), les critères de **comparaison** apparaissent trop médiocres pour que ces méthodes soient **valablement** retenues.

Nous **retrouvons** là des résultats **rigoureusement** parallèles à ceux déjà obtenus **sur** fourrages secs, ce qui **nous** conforte dans le **classement** de valeur relative des **méthodes** obtenu, .

En conclusion et d'une façon **générale**, dans le cadre des études à conduire **ultérieurement** et dont les objectifs essentiels sont rappelés dans le titre, une **méthode** indirecte au **moins**, celle faisant appel aux travaux de **Lambourne** et **Reardon**, **paraît** d'utilisation in-médiate dans les conditions de terrain **pour** l'appréciation de la digestibilité des fourrages verts (ou secs) **consommés sur** les pâturages tropicaux. C'est à **elle** qu'il **sera par** la suite fait le plus souvent **référence**. La **méthode** in vitro quant à elle pourra être utilement employée **comme** moyen de vérification des résultats acquis **par** la méthode de **Lambourne**.