



**VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES LIGNEUX
CONSOMMÉS PAR LES RUMINANTS
EN AFRIQUE CENTRALE ET OCCIDENTALE**

RAPPORT FINAL

ALLEMAGNE	Universität Hohenheim - Institut für Tierernährung
BELGIQUE	CRA Gembloux - Station de Haute Belgique
CAMEROUN	IRZV - Yaoundé, Ngaoundéré, Garoua
CÔTE D'IVOIRE	IDESSA-DRA - Bouaké
FRANCE	CIRAD-EMVT - Maisons-Alfort CIRAD-FORÊT - Nogent/Marne INRA-SRNH - Theix
MALI	IER - Sotuba, Niono
SÉNÉGAL	ISRA-DRPSA-LNERV - Dakar
TCHAD	LRVZ - Farcha, N'Djaména

et

BURKINA FASO	IDR - Ouagadougou CIRAD-FORÊT/IRBET - Ouagadougou
NOUVELLE-CALÉDONIE	CIRAD-EMVT - Nouméa

NOVEMBRE 1994

Centre de Coopération internationale en Recherche agronomique pour le Développement
Département d'Élevage et de Médecine vétérinaire
CIRAD-EMVT

10, rue Pierre-Curie 94704 Maisons-Alfort Cedex France



SOMMAIRE DU RAPPORT FINAL

Résumé

Chapitre I : Présentation succincte du programme d'étude de la valeur fourragère des arbres et arbustes d'Afrique tropicale centrale et occidentale

Chapitre II : Caractérisation des disponibilités fourragères ligneuses

Chapitre III : Composition botanique des régimes des ruminants sur parcours - Appétibilité relative des espèces ligneuses

Chapitre IV : Récolte et commercialisation des fourrages ligneux en régions périurbaines

Chapitre V : Echantillonnage des fourrages ligneux - Analyses au laboratoire - Composition chimique et dégradabilité enzymatique

Chapitre VI : Les tanins dans les fourrages ligneux

Chapitre VII : *In vitro* Untersuchungen zur Ermittlung der Verdaulichkeit, des Gehaltes an umsetzbarer Energie und des Proteinverfügbarkeit bei tropischen Futterbäumen und Buschen

In vitro studies for the prediction of digestibility, metabolisable energy content and protein fermentability of shrubs and tree fodders

(Mesures *in vitro* de la digestibilité pour estimer les teneurs en énergie métabolisable et en azote dégradable dans le rumen des fourrages ligneux)

Chapitre VIII : Prévion par la spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) de la composition chimique et de la dégradabilité enzymatique ou *in vitro* des fourrages ligneux

Chapitre IX : Dégradabilité *in situ* de la matière sèche et des matières azotées de quelques fourrages ligneux : application des méthodes *in sacco* à l'étude de la digestion dans le rumen et dans les intestins

Chapitre X : Ingestion et digestibilité *in vivo* des fourrages ligneux

Chapitre XI : Essais d'alimentation de moutons avec des fourrages ligneux

Conclusion générale

Annexe I : Liste des espèces ligneuses enregistrées au catalogue CIRAD-EMVT/Laboratoire d'Ecologie végétale de l'Université Paris-Sud et des espèces ligneuses et subligneuses échantillonnées et étudiées sur l'animal

Human Resources (Training) - Equipment

→ Liste des Abréviations

CHAPITRE X

INGESTION ET DIGESTIBILITE *IN VIVO* DES FOURRAGES LIGNEUX

Par

A PARTIR DES TRAVAUX DE

Sénégal : Safiétou Touré FALL¹, Dominique FRIOT¹, Didier RICHARD¹, Hubert GUERIN²

Côte d'Ivoire : Jean KOUAO BROU³

Mali : Ibrahima KASSAMBARA⁴, Anna Réjane KONE⁵

Tchad : Mahamat Hiéri BECHIR⁶, David MINAINGAR⁶

Burkina Faso : Chantal ZOUNGRANA⁷

ET POUR L'EXPLOITATION DES RESULTATS

France : Brigitte MICHALET-DOREAU⁸ et Patrice LEFEVRE²

¹ LNERV-ISRA –BP 2057-Dakar, Sénégal

² CIRAD-EMVT – 10 rue Pierre Curie -94704 Maisons Alfort Cedex, France

³ DRA-IDESSA -01 BP 633- Bouaké, Côte d'Ivoire

⁴ SRZ de Sotuba –IER –BP 258- Bamako, Mali

⁵ SRZ de Niono –IER-Niono, Mali

⁶ LRVZ –Farcha- BP 433-N'Djaména, Tchad

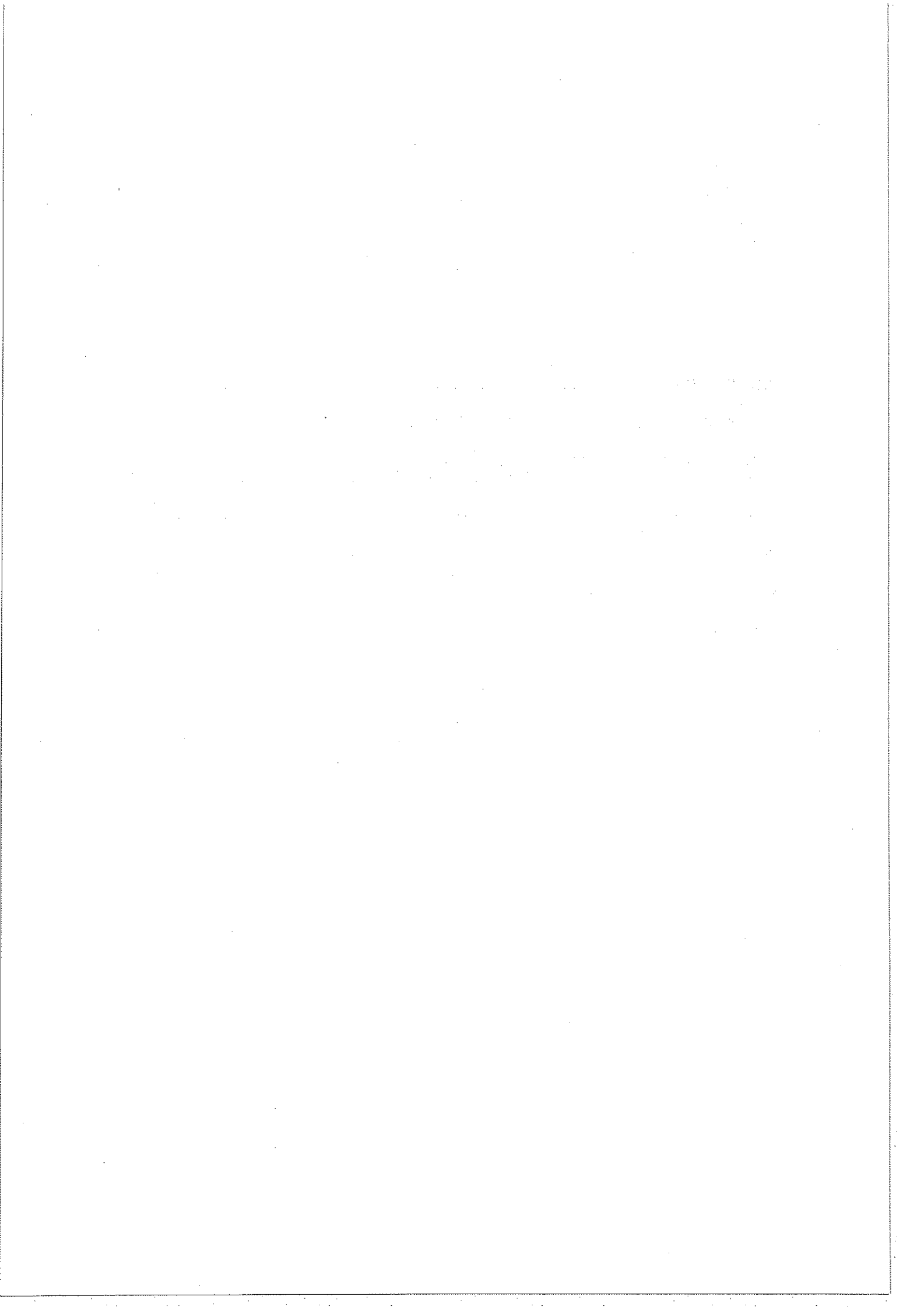
⁷ IDR-03 BP7021 –Ouagadougou, 01 Burkina Faso

⁸ SRNH-CRZV de Theix –INRA-63122 Ceyrat

Ingestion et digestibilité *in vivo* des fourrages ligneux. Touré Fall S., Friot D., Richard D., Guérin H., Kouao Brou J., Kassambara I., Koné A. R., Bechir M. H., Minaingar D., Zoungrana C., Michalet-Doreau B., Lefèvre P. -Chapitre X -1994. In : Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique Centrale et Occidentale. Rapport final CCE-DGXII ST2.A/89/215.F. Guérin Hubert (ed.). Maisons-Alfort : CIRAD-EMVT, 405-436.

SOMMAIRE

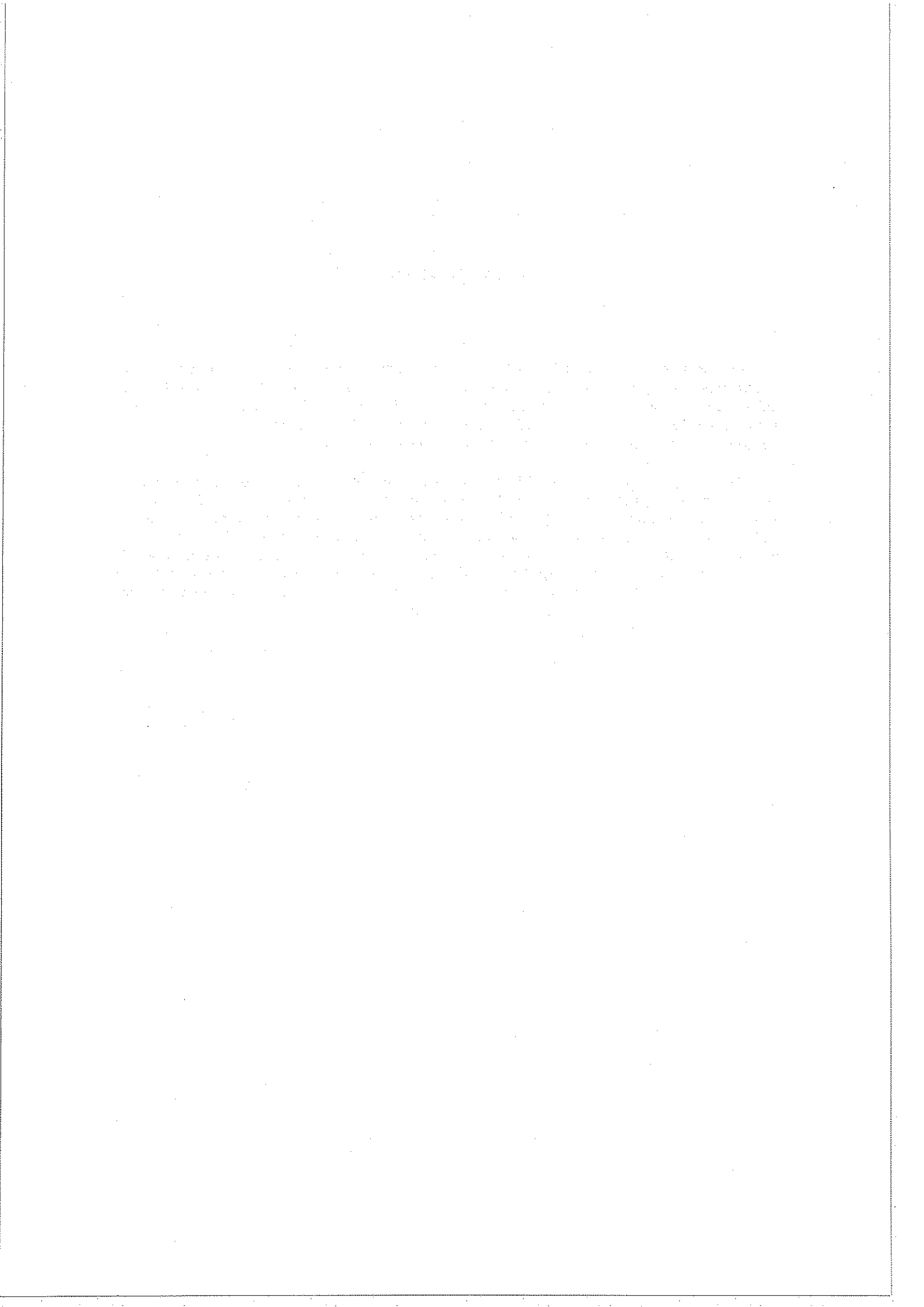
	Page
INTRODUCTION	1
1. MESURE DES QUANTITES VOLONTAIREMENT INGEREES	3
1.1. Ligneux distribués seuls	3
1.2. Ligneux associés à d'autres fourrages	3
2. MESURES DE DIGESTIBILITES <i>IN VIVO</i>	6
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	19
Annexe 1	21
Annexe 2	23



INTRODUCTION

Les mesures *in vivo* de la digestibilité produisent les résultats de référence auxquels sont comparés ceux obtenus par les méthodes de laboratoire. Elles sont aussi celles qui posent le plus de problèmes méthodologiques car les résultats sont très variables suivant les conditions de distribution des ligneux aux animaux.

De même, la mesure de l'ingestibilité qui est déjà très délicate avec des fourrages classiques pose des problèmes particuliers dans le cas des ligneux en raison de leur forte différenciation morphologique et parce qu'ils ne constituent que pour de rares espèces, de véritables fourrages aptes à constituer à eux seuls des rations. Le plus souvent, ils n'interviennent qu'en complément d'autres fourrages et leur consommation est très variable suivant leurs conditions d'utilisation. Cependant, des mesures d'ingestion ont été effectuées, d'une part pour évaluer l'aptitude de quelques espèces à être consommées et, d'autre part, parce que ces mesures faisaient partie des protocoles d'essais de digestibilité (ce chapitre) ou des essais d'alimentation (chapitre XI).



1. MESURE DES QUANTITES VOLONTAIREMENT INGEREES

1.1. Ligneux distribués seuls

La technique la plus simple consisterait à étudier les fourrages ligneux comme des fourrages herbacés verts ou conservés, c'est-à-dire comme seul élément des rations, *ad libitum* et conditionnés pour avoir une forme de présentation homogène : par exemple, feuilles fraîches ou sèches, détachées des rameaux, soit une forme comparable aux brins de 5 cm résultant du hachage de graminées (Demarquilly et Boisseau, 1976). Cette technique, si elle était généralisable, aurait l'avantage de fournir simultanément des résultats de digestibilité (§ 2) et d'ingestibilité. Elle a été appliquée à quelques espèces, notamment à celles qui sont traditionnellement récoltées et distribuées à des animaux à l'attache ou en stabulation. Quelques résultats ont été obtenus avec des feuilles sèches au Sénégal, au Mali et au Tchad.

Toutefois, il était connu par avance que le mode de présentation des ligneux influençait fortement leur niveau de consommation (figure X.1). Kouonmenioc (1990), avant le projet ST2/215, avait déjà choisi de distribuer des rameaux entiers présentés en bottes lors de ses essais d'alimentation sur moutons.

Kouao Brou (1993) en Côte d'Ivoire a comparé les consommations de quelques espèces présentées soit à l'état de feuilles fraîches, soit en rameaux verts suspendus à la portée des animaux pour permettre un véritable "brout".

La distribution de rameaux verts complique la mesure des quantités de fourrages distribuées et refusées car les feuilles et les tiges ont des teneurs en matière sèche différentes et parce que leurs dessiccations ne se font pas aux mêmes vitesses. Des techniques de mesures visant à contrôler ces paramètres ont été proposées (Meuret 1989, Kouonmenioc 1990, Guerin 1992, Kouao Brou 1993 - annexe 2).

Les résultats présentés au tableau X.1 permettent de classer quelques espèces suivant leur capacité à être consommées quand elles sont distribuées seules en condition d'offre et d'appétibilité maximale (branches feuillées fraîchement coupées). Ces résultats confirment également la baisse d'ingestibilité liée au conditionnement (effeuillage, séchage).

Toutefois, le Houerou (1987) a observé un effet inverse du séchage sur des feuillages acacias cultivés en zone méditerranéenne et distribués à des moutons.

Les espèces les mieux consommées le sont comme de l'herbe jeune, tandis que les moins appréciées sont moins bien ingérées que des pailles, quel que soit le mode de présentation.

1.2. Ligneux associés à d'autres fourrages

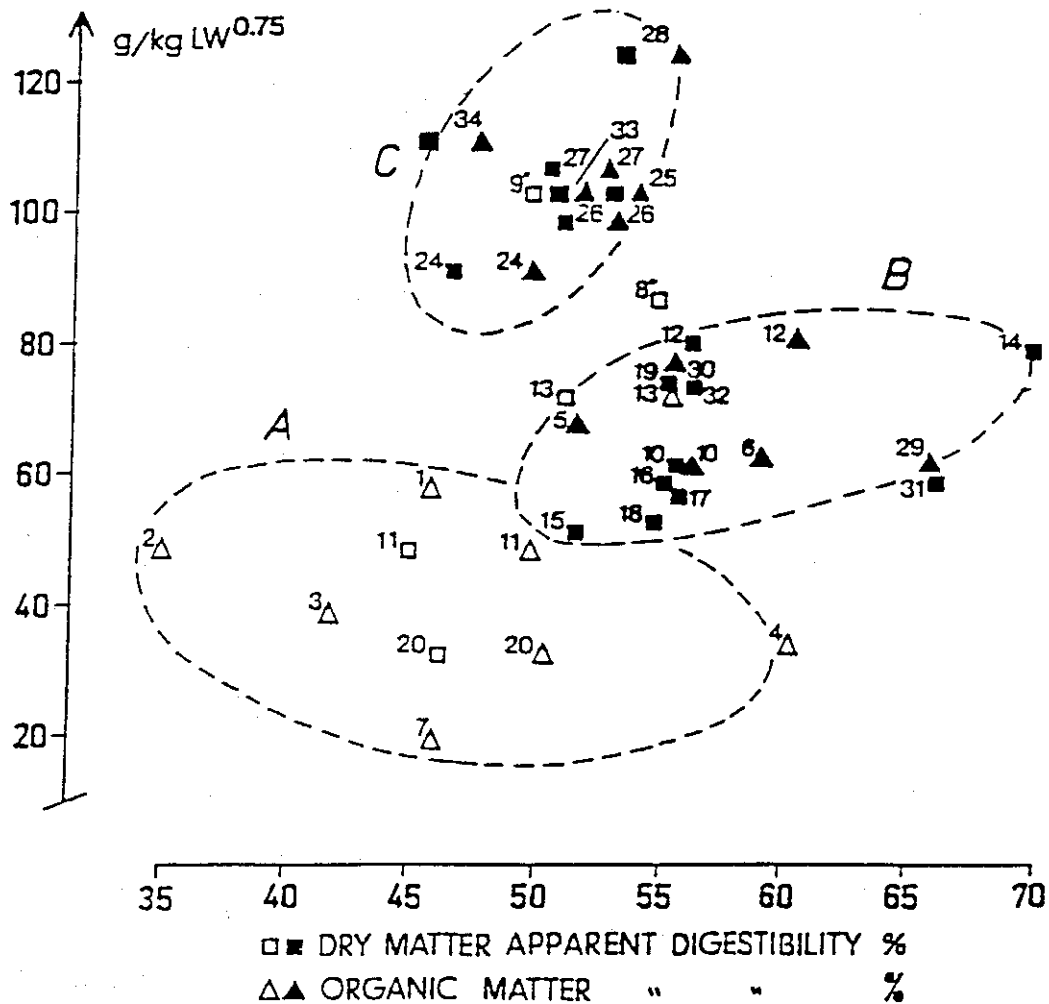
Dans la plupart des essais exposés au tableau X.2, les feuilles de ligneux préséchées étaient associées à des fourrages pauvres.

Pour des taux de ligneux dans les rations de 20 à 50 p.100, la consommation de matière sèche totale était souvent de l'ordre de 60 à 80 g MS/kg P^{0.75}, alors que celle de la paille seule est habituellement voisine de 50 g MS/kg P^{0.75}.

Figure X.1 - Effet du conditionnement des fourrages ligneux sur les quantités consommées par des caprins (Meuret 1987)

- A : DRIED FORAGES
 B : FRESH BUT CHAFFED OR IN PILES
 C : FRESH AND ENTIRE TWIGS REGULARLY REPLACED

BROWSE DRYMATTER INTAKE



Remarque - Le Houerou (1987) remarque au contraire que le séchage des feuilles de certaines espèces d'acacia (*Acacia saligna*, par exemple) favorise l'ingestion.

Tableau X.1 - Quantités ingérées de fourrages ligneux distribués à volonté à des moutons, suivant les formes de présentation (g MS/kg p^{0.75})

	Rameaux ou Feuilles sèches	Feuilles vertes	Rameaux verts	Fruits	Auteur
LÉGUMINEUSES					
Mimosaceae					
<i>Acacia linearoides</i>	73				Guerin
<i>Acacia nilotica</i>	26				Richard
<i>Faidherbia albida</i>				51	Guerin
<i>Parkia biglobosa</i>		35			Kouao Brou
		52	47		Kouao Brou
Caesalpiniaceae					
<i>Azelia africana</i>			87		Kouao Brou
<i>Daniellia oliveri</i>		57			Kouao Brou
		48	86		Kouao Brou
<i>Piliostigma thonningii</i>		33	21		Kouao Brou
			46		Kouao Brou
Fabaceae					
<i>Pericopsis laxiflora</i>		22	28		Kouao Brou
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	60				Kone Dembele
<i>Sesbania rostrata</i>	40				Richard
AUTRES FAMILLES					
<i>Mangifera indica</i>	43				Richard
<i>Spondias mombin</i>	43				Kouao Brou
<i>Guiera senegalensis</i>	34				Toure Fall
<i>Fluggea virosa</i>		65			Kouao Brou
<i>Khaya senegalensis</i>	61				Kassambara
<i>Antiaris africana</i>			142		Kouao Brou
<i>Ficus exasperata</i>		60	88		Kouao Brou
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>		83			Kone Dembele
			74		Kouao Brou
		57	66		Kouao Brou
<i>Parinari curatellifolia</i>		34			Kouao Brou
<i>Securinega virosa</i>		29	47		Kouao Brou

Cependant, certains fourrages ligneux préséchés n'ont été consommés qu'en faibles quantités et l'objectif de 20 ou 30 p.100 de ligneux dans les rations n'a parfois été atteint qu'en rationnant le fourrage pauvre dont on avait fait l'hypothèse que le ligneux stimulait la consommation... Ces résultats, quoique anecdotiques, ne sont pas sans intérêt : d'une part ils correspondent à la consommation de litière de feuilles sèches en période de soudure, d'autre part ils montrent la difficulté qu'il y a à étudier des rations stabilisées associant des fourrages ligneux à des fourrages herbacés.

Des espèces ligneuses cultivées de zone humide ont été associées à des graminées vertes dans des essais d'alimentation.

Les niveaux de consommation pouvaient alors être beaucoup plus élevés, par exemple, pour des rations associant *Pennisetum purpureum* vert à un ligneux (Kouonmenioc 1990) :

- 140 g MS/kg P^{0.75} avec un régime comprenant 65 p.100 de *Gliricidia septium*;
- 140 g MS/kg avec *Flemingia macrophylla* (pourcentage dans la ration de l'ordre de 50 p.100) ;
- 120 g MS/kg P^{0.75} avec *Alchornea cordifolia* (48 p.100 de la ration) ;
- 110 g MS/kg P^{0.75} avec *Leucaena leucocephala* en début d'essais mais 72 g après plusieurs semaines en raison de l'intoxication des moutons.

A l'inverse de ce qui a été constaté pour *Leucaena leucocephala*, Kouonmenioc (1990) a observé pour d'autres espèces une augmentation de l'ingestion en cours d'essai (d'une durée de deux mois) due à l'adaptation aux régimes : par exemple avec le régime *Alchornea cordifolia* + *Pennisetum purpureum* : 110 à 120 g pendant les semaines 1 à 3 et 130 à 140 g pendant les semaines 7 à 9.

Les mesures effectuées par Yo *et al.* (1993) lors d'essais d'alimentation, chapitre XI) situent l'ingestion de ration comprenant 30 à 60 p.100 de ligneux à des niveaux proches de 90 g MS/kg P^{0.75} plus faibles que ceux constatés par Kouonmenioc (1990) et plus proches de ce qui est habituellement décrit dans la littérature.

2. MESURES DE DIGESTIBILITES *IN VIVO*

La mesure de la digestibilité de fourrages ligneux conditionnés (effeuillés et séchés) distribués seuls (§ 1.1) a été appliquée à quelques espèces mais elle a des inconvénients :

- la distribution de feuilles arrachées aux rameaux et desséchées diminue les possibilités de tri par rapport aux feuillages à l'état naturel et la dessiccation peut modifier la digestibilité des fibres et de l'azote;
- la distribution du ligneux seul a pour objectif de déterminer directement la digestibilité sans avoir à tenir compte de la digestibilité d'autres constituants et d'éventuelles interactions digestives. Certes, la mesure de la digestibilité est ainsi plus simple et plus précise **mais**, premièrement la concentration en facteurs antinutritionnels est alors maximale, puisque non diluée par un autre aliment ; en conséquence, même si l'ingestion n'est pas affectée, la

digestibilité peut être abaissée en dessous de son potentiel ; deuxièmement, la consommation de ligneux seul ne correspond pas à une pratique habituelle sur parcours ou en stabulation. Les ligneux sont plus souvent employés comme compléments azotés des fourrages pauvres ; il est donc nécessaire de déterminer leur valeur dans ces conditions d'utilisation.

C'est en zone soudano-sahélienne à longue saison sèche que des essais ont été réalisés pour évaluer les ligneux "compléments valorisateurs des fourrages pauvres" (Meuret et Guerin, 1992). Quelques essais ont ainsi été conduits en associant des pailles de graminées à des ligneux.

Toutefois, la disponibilité de l'azote des ligneux n'étant pas connue a priori, une source d'azote fermentescible (tourteau d'arachide ou de coton) a systématiquement été distribuée en quantité modérée (en général suivant la recommandation de 5 à 10 p.100 des rations, parfois plus) pour assurer la couverture des besoins azotés de la flore microbienne¹ et donc pour optimiser son activité cellulolytique. Dans certains essais, les ligneux ont été associés à de la fane d'arachide (Sénégal) ; les problèmes de complémentazotée ne se posaient alors pas.

Il est connu que la digestibilité varie avec les quantités ingérées et le niveau d'alimentation, il est donc recommandé de conduire les essais en rationnant les animaux à un niveau proche de l'entretien. Compte tenu de la faible digestibilité des rations, un objectif de 50 g de MS ingérée par kg P^{0.75} a été fixé² (Michalet-Doreau et Demarquilly *in* IEMVT-ISRA 1990 - annexe 1).

Le rationnement avait aussi pour objectif de faciliter le contrôle des pourcentages des divers constituants des rations (fourrage pauvre, ligneux, tourteau) et ainsi de limiter leurs variations entre animaux et d'un jour à l'autre.

Les rations pures ou contenant de fortes proportions de ligneux, compte tenu de leurs teneurs en parois difficilement ou non digestibles et de leurs richesses fréquentes en facteurs antinutritionnels, ne permettent pas de mesurer la digestibilité potentielle des ligneux : d'ailleurs, les données bibliographiques rapportées par Touré Fall (1993) montrent que, le plus souvent, la digestibilité des rations augmente linéairement quand le pourcentage de ligneux s'abaisse jusqu'à 40 p.100.

Pour des taux d'incorporation élevés, la digestibilité des ligneux devrait donc pouvoir être calculée en appliquant une méthode par différence, peu précise, ou de préférence par régression (encadré 1) en faisant varier le taux de ligneux mais en veillant bien à ce que les autres constituants des rations (fourrage pauvre et tourteau) soient en proportions relatives constantes. Les résultats de **digestibilité** obtenus avec des taux d'incorporation élevés correspondraient donc à des valeurs **minimales**.

¹ Suivant les auteurs la teneur en azote ammoniacal du jus de rumen en deça de laquelle l'activité microbienne est ralentie est comprise entre 5 et 10 mg/100 ml.

² Au lieu de 45 g/kg P^{0.75} pour les rations de fourrages de zone tempérée.

Encadré 1 - Calculs par différence et par régression de la digestibilité des ligneux incorporés à des rations (in Safietou Touré Fall 1993)

La digestibilité de la ration totale a été évaluée par la relation classique: (Ingéré - Fécès) / Ingéré

A partir de la digestibilité de la ration deux méthodes ont été utilisées pour calculer la digestibilité du fourrage ligneux seul, par différence ou par régression.

Méthode par différence:

Elle suppose l'additivité des composants de la ration ; ce qui se traduit par la relation suivante:

$$\text{CUD total} = \text{CUD1.x1} + \text{CUD2.x2} + \dots + \text{CUDi.xi}$$

Si le ligneux est l'aliment 1, sa digestibilité est obtenue par différence par la relation suivante:

$$\text{CUD1} = (\text{CUD total} - \text{CUD2.x2} - \dots - \text{CUDi.xi}) / \text{x1}$$

les xi étant les pourcentages des différents nutriments apportés par chaque composant de la ration et les CUDi leur digestibilité. Cette méthode nécessite la connaissance de la digestibilité de la ration mais aussi celle de chacun des éléments constitutifs de la ration autre que les ligneux.

Méthode par régression:

Le ligneux est incorporé dans la ration à des taux croissants: 0 à 85 p100. La digestibilité du ligneux est estimée par extrapolation à 100 de la courbe décrivant l'évolution de la digestibilité de la ration totale en fonction du taux de ligneux (figure 2-5)

Les différences de digestibilité de la ration peuvent ne pas être proportionnelles au taux de ligneux dans ces rations. Il nous a donc paru nécessaire de calculer parallèlement la digestibilité des ligneux par régression en établissant une équation reliant la digestibilité de la ration (DMS_R) au taux de ligneux (L) selon le modèle général:

$$\text{DMS}_R = a + bL + cL^2 + dL^3$$

Cette démarche a un triple objectif:

- * déceler l'existence d'éventuelles interactions digestives en testant la signification du terme quadratique de l'équation (test de curvilinéarité).

- * calculer la digestibilité théorique du ligneux en extrapolant à 100 p100 l'équation linéaire ou curvilinéaire selon qu'il y ait interaction digestive ou non.

- * définir le taux de valorisation maximale du ligneux correspondant à l'abscisse de l'optimum de la courbe dans le cas d'une régression quadratique, abscisse obtenue à partir de la dérivée première de la régression.

Touré Fall et Michalet-Doreau (1993) ont aussi examiné pour quelques espèces les variations de digestibilité quand le **taux d'incorporation des ligneux** était inférieur à 40 p.100. En effectuant 3 ou 4 essais par espèce ligneuse, elles ont montré que la digestibilité des rations passait par un optimum traduisant les variations d'interactions digestives en fonction du taux d'incorporation des ligneux (figure X.2). Cet optimum correspond aussi à la **digestibilité potentielle** du ligneux qui peut, pour ce niveau d'incorporation, être calculée par différence. En conclusion, elles recommandent d'étudier pour chaque espèce plusieurs régimes avec des taux d'incorporation faibles (de l'ordre de 10 p.100) à moyens (jusqu'à 40 p.100) afin de bien déterminer le taux optimal et la digestibilité potentielle que l'on considérerait comme référence.

Finalement, les données bibliographiques, les résultats de Fall et Michalet-Doreau et le taux moyen d'utilisation des ligneux sur parcours plaident pour l'étude de rations contenant 15 à 30 p.100 de ligneux dont on déduirait la digestibilité des ligneux. Toutefois, compte tenu de l'imprécision des digestibilités calculées par différence pour ces taux (figure X.3 - Sauvart et Giger, 1983), il est préférable d'effectuer des essais à plusieurs niveaux d'incorporation et de faire une estimation de la digestibilité du ligneux par régression, linéaire ou non, comme pour les aliments concentrés.

Au total, les mesures de digestibilité *in vivo* ont été effectuées dans des conditions assez différentes, soit par :

- le pourcentage de ligneux ;
- leur mode de présentation ;
- la nature de la ration de base et sa teneur en azote.

On peut le regretter, car cette diversité limite les possibilités de comparaison entre espèces qui doivent être, au minimum, validées par les mesures de laboratoire. A l'issue du programme c'est d'ailleurs principalement d'après les données de laboratoire que des hiérarchies des fourrages ligneux disponibles dans telle ou telle région peuvent être établies.

On peut aussi conclure que les résultats acquis (tableau X.2) ne permettent pas de donner des valeurs nutritives applicables à chaque condition d'utilisation des ligneux.

Toutefois, ces résultats *in vivo*, *in sacco* et de laboratoire confrontés entre eux permettront pour de nombreuses espèces de prévoir des **valeurs énergétiques et azotées minimales ou potentielles** et de constituer des classes de qualité. Ils permettent aussi de définir les mesures complémentaires à effectuer *in vivo* pour une connaissance plus complète des espèces importantes.

Figure X.2 - Evolution de la digestibilité des rations en fonction du taux de ligneux (Safietou Touré Fall 1993)

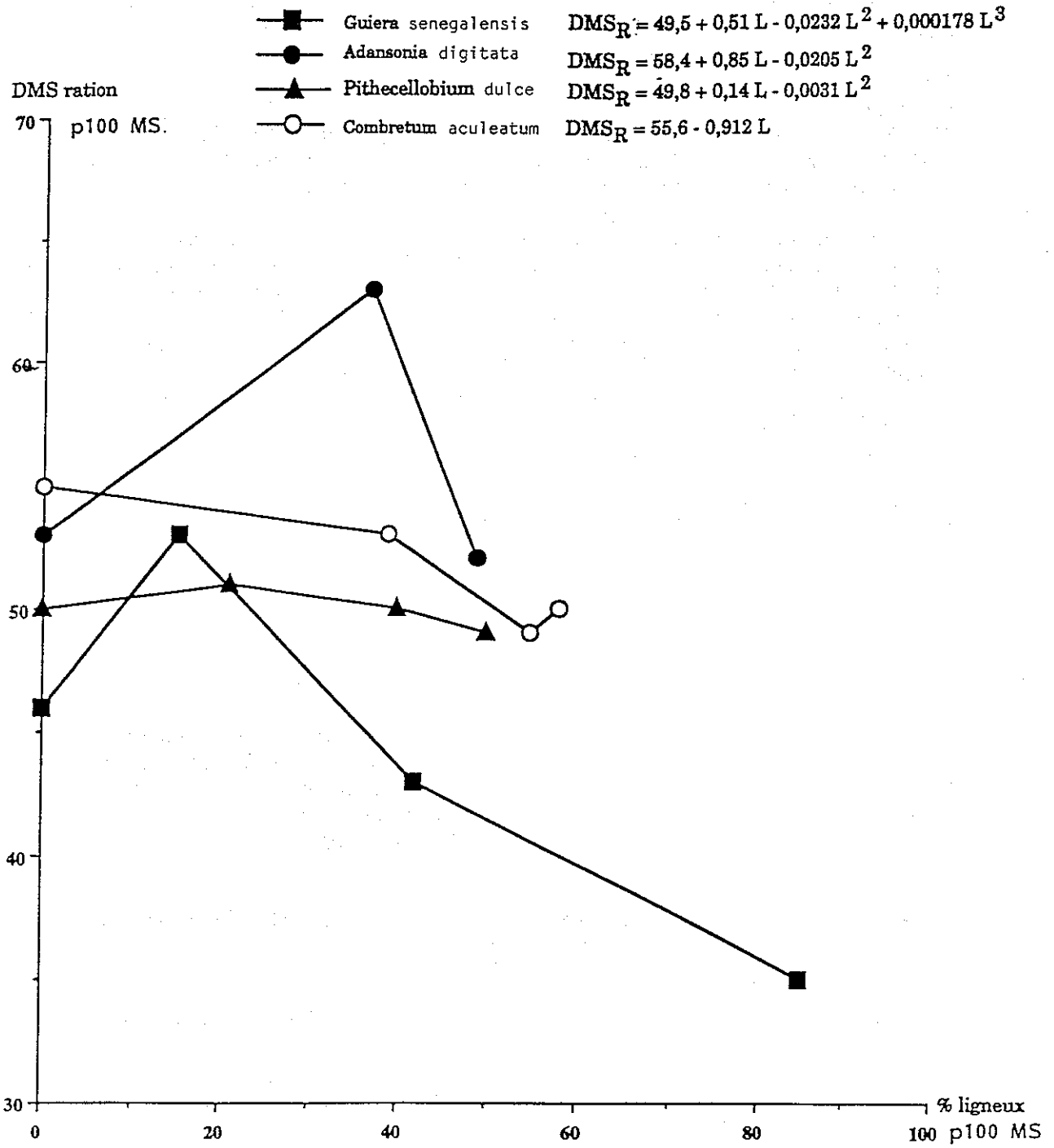
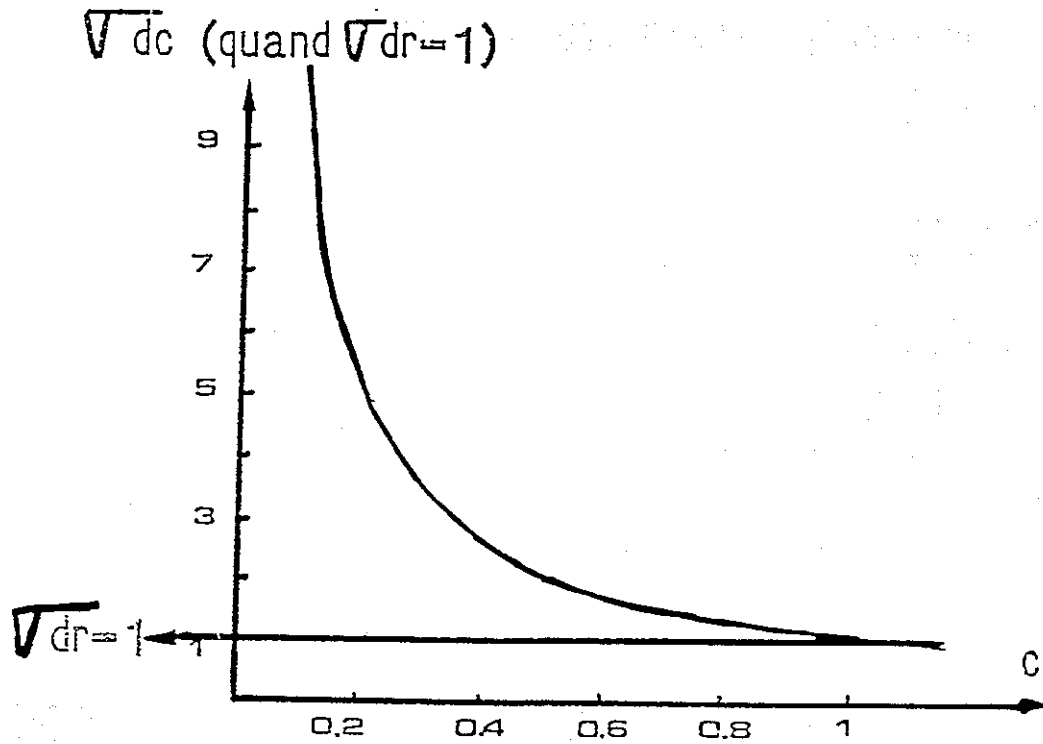


Figure X.3 - Incertitude de la détermination du coefficient de digestibilité par la méthode des différences (d'après Sauvart et Giger 1989, *in* Safietou Touré Fall 1993)



\sqrt{dr} : Incertitude sur la mesure de la digestibilité de la ration

\sqrt{dc} : Incertitude sur la mesure de la digestibilité du ligneux

C: Proportion de ligneux dans la ration

DIGESTIBILITE IN VIVO

OBJECTIFS

- VALEUR RATIONS PAUVRES COMPLEMENTEES
- VALEUR LIGNEUX ---> TABLES.

FACTEURS DE VARIATIONS

- FOURRAGE ASSOCIE
 - . FOURRAGE PAUVRE
 - . GRAMINEE VERTE
 - PROPOSITION FOURRAGE ASSOCIE/LIGNEUX
(20 à 100 % DE LIGNEUX)
 - TENEUR EN AZOTE FERMENTESCIBLE DE LA RATION = COMPLEMENTATION
 - MODE DE PRESENTATION LIGNEUX
 - ETAT LIGNEUX = FRAIS - SEC
 - AD LIBITUM OU RATIONNE
 - LIGNEUX
 - FOURRAGE DE BASE
-

Tableau X.2 - (suite 1)

	N° Ech.	Organes Présentation	Taux dans ration	Refus p.100	MSVI g/kg P ² O ₅ 75		DMS	DMO	DMA	DMS	DMO	DMA	Pays	N° Essai	Auteur	
					R	L	Ration			Ligneux						
LEGUMINEUSES - MIMOSACEAE (Suite)																
Pithecellobium dulce	3690	Feuilles sèches	50	1	49	25	49	55	66	47	53	66	Sénégal	DK36	Touré Fall	
	2784	" vertes	58	0	63	36	54	60	67	56	61	67	"	DK38	"	
	2795	" sèches	57	0	51	29	51	56	62	50	54	60	"	DK39	"	
	3616	" "	40	0	54	22	50	57	66	44	55	67	"	DK42	"	
	3605	" "	21	0	50	11	51	59	64	51	55	58	"	DK41	"	
Prosopis sp.	709	Feuilles	39										Sénégal	434	Richard	
	711	" sèches	17	Rationné	58	10	48	48	42	47	49	45	"	435	"	
Samanea saman		Gousses sèches	31	ad lib.	73	22	61	ND	ND	ND	ND	ND	Sénégal	DK43	Touré Fall	
LEGUMINEUSES - CAEALPINIACEAE																
Afzella africana	3271	Rameaux verts	100	12		87					64	66	80	Côte d'Ivoire	31	Kouao Brou
Bauhinia rufescens		Feuilles								47	51		Burkina-Faso		Zoungrana	
	2835	"								47	48		"		"	
	2700	Gousses sèches	52	20	79	41	45	49	29		43	5	Tchad	7	Béehir	
		" "	18	42	77	14	51	52	56	48	51	7	Sénégal	DAHRA 14	Touré Fall	
Cassia tora	2817	Gousses sèches	33	31	66	22	53	59	51		64	42	Tchad	6	Béehir	
Daniellia oliveri	2330	Feuilles vertes	100	10		57				24	26	1	Côte d'Ivoire	22	Kouao Brou	
Piliostigma reticulatum	632	Feuilles sèches	49	Inconnu	58	28	41	47	2		40	-5	Sénégal	413	Guerin, Priot	
Piliostigma thonningii	2342	Rameaux verts	100	ad lib.		46				47	51	33	Côte d'Ivoire	12	Kouao brou	
	631	Feuilles sèches	40	Inconnu	47	19	40	47	-11		37	-30	Sénégal	411	Guerin, Priot	
LEGUMINEUSES - FABACEAE																
Flemingia macrophylla													Cameroun		Kouonmenioc	
Gliricidia sepium	2711	Feuilles sèches	43	3	71	30	53	55	66	54	50	73	Cameroun Sénégal	DK30	Kouonmenioc	
Pericopsis laxiflora	2334		100										Côte d'Ivoire		Kouao brou	
Pterocarpus erinaceus		Feuilles sèches	100	19		60				47			Mali (Sotuba)	4	Kone Dembele	
Pterocarpus lucens	3440	Feuilles sèches	39	ad lib.	52	21	41	46	9		34	5	Mali (Niono)	9	Kassambara	
	3424	" "	40	Rationné	54	22	47	52	41		46	13	Mali (Niono)	6	Kassambara	
	3433	" "	33	ad lib.	61	21	44	49	28		35	-15	Mali (Niono)	8	Kassambara	
Sesbania rostrata	699-701	Rameaux secs	100	56		39				53	56	77	Sénégal	429	Richard	
	702-703	" "	100	41		38				51	53	74	Sénégal	430	Richard	
	705-706	" "	100	31		43				46			Sénégal	432	Richard	
Tephrosia vogelii													Cameroun		Kouonmenioc	

Tableau X.2 - (suite 2)

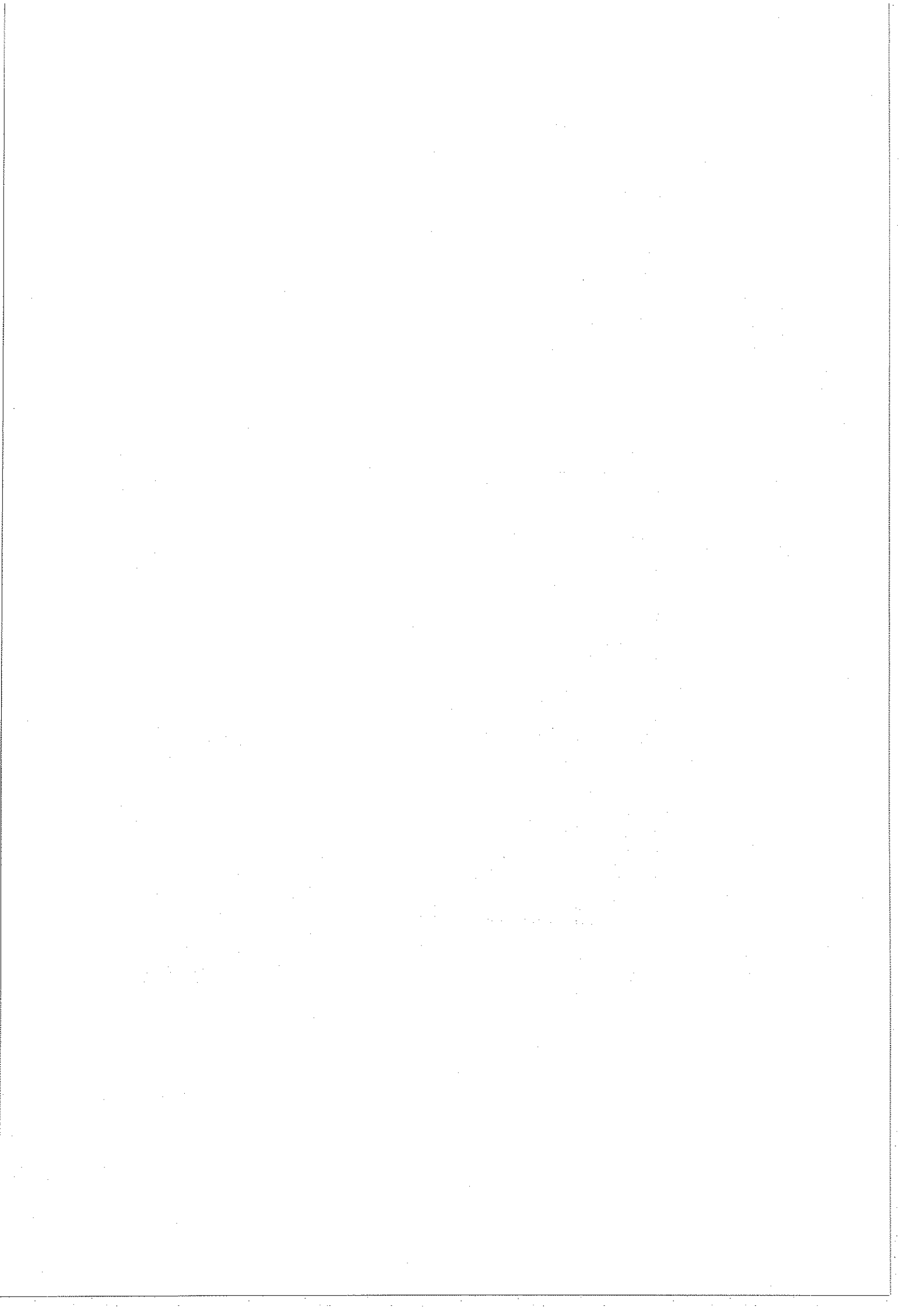
	N° Ech.	Organe Présentation	Taux dans ration	Refus p.100	MSVI g/kg P*0,75		DMS	DMO	DMA	DMS	DMO	DMA	Pays	N° Essai	Auteur
					R	L	Ration			Ligneux					
							%	%	%	%	%	%			
AUTRES FAMILLES - ANACARDIACEAE															
Ozoroa insignis	650	Feuilles sèches	30	Inconnu	49	15	40	45	-12		28	-35	Sénégal	425	Guerin, Priot
Mangifera indica	1601	Feuilles sèches	100	11		43				42	46	16	Sénégal	498	Richard
Spondias mombin	2356	Feuilles sèches	100	13		43				33	88	5	Côte d'Ivoire	6	Kouao brou
AUTRES FAMILLES - ASCLEPIADACEAE															
Calotropis procera		Feuilles sèches	17	Rationné	81	13	56						Sénégal	DAHRA 1	Touré Fall
		" "	11	Rationné	65	7	51		66				"	DAHRA 2	"
		" "	8	"	76	6	52	ND	63	80	ND	50	"	DAHRA 3	"
		" "	12	0	71	8	48	50	66	26	34	62	"	DAHRA 9	"
2719		" "	19	14	78	15	51	52	64	49	51	46	"	DAHRA 10	"
2705		" "	16	0	73	11	51	54	67	55	64	66	"	DAHRA 22	"
		Fléurs	43	25	73	31	63						Tchad	9	Béchir
AUTRES FAMILLES - BALANITACEAE															
Balanites aegyptiaca	2772	Feuilles sèches	50	5	47	24	55	60	65		64	69	Sénégal	DK35	Touré Fall
AUTRES FAMILLES - BOMBACACEAE															
Adansonia digitata	2707	Feuilles sèches	49	0	81	40	52	ND	ND	52	ND	ND	Sénégal	DK27	Touré Fall
2706		" "	37	1	77	29	63	66	68	74	69	37	"	DK26	"
AUTRES FAMILLES - CAPPARIDACEAE															
Boscia senegalensis	1785	Feuilles sèches	10	Rationné	77	8	50	52	62	51	56	33	Sénégal	DAHRA 12	Touré Fall
2708		" "	5	69	64	3	53	ND	ND	93	ND	ND	"	DK28	"
1786		" "	3	90	67	2	47	49	63	-96	-76	32	"	DAHRA 13	"
AUTRES FAMILLES - COMBRETACEAE															
Combretum aculeatum	2749	Feuilles sèches	58	53	49	28	50	54	61	37	47	13	Sénégal	DK33	Touré Fall
2739		" "	55	43	51	28	50	49	54	38	34	14	"	DK32	"
2760		" "	50	13	41	21	47	53	36	44	49	14	"	DK34	"
2733		" "	39	46	76	28	53	56	57	43	53	30	"	DK31	"
Combretum nigricans	633	Feuilles sèches	20	68	40	8	46	53	16		51	10	Sénégal	414	Guerin, Priot
Combretum glutinosum		Feuilles sèches													

Tableau X.2 - (suite 3)

LEGUMINEUSES	N° Ech.	Organes Présentation	Taux dans ration	Refus p.100	MSVI		DMS %	DMO %	DMA %	DMS %	DMO %	DMA %	Pays	N° Essai	Auteur
					g/kg P°0.75										
					R	L	Ration		Ligneux						
AUTRES FAMILLES - COMBRETACEAE (suite)															
Guiera senegalensis	2703	Feuilles sèches	100	49		34				10	-72	-229	Sénégal	DAHRA 19	Touré Fall
	2704	" "	86	20	62	53	35	38	27	27	30	-31	"	DAHRA 20	"
	2702	" "	42	31	72	31	43	46	44	30	34	-12	"	DAHRA 18	"
	535	" "	22	Rationné	65	14	54	60	34		77	47	"	322	Guerin, Priot
	2696	" "	16	"	72	11	47	47	54	30	29	-8	"	DAHRA 5	Touré Fall
	2698	" "	15	"	75	11	48	49	55	37	42	2	"	DAHRA 7	"
	2697	" "	8	"	72	6	52	54	65	86	95	134	"	DAHRA 6	"
	2695	" "	8	"	71	6	46	47	54	10	12	-60	"	DAHRA 4	"
	1784	" "	15	3	84	13	53	55	51	65	78	-56	"	DAHRA 23	"
AUTRES FAMILLES - EUPHORBIACEAE															
Alchornea cœrdifolia													Cameroun		Kouonmenloc
Pluggea virosa	2338	Feuilles vertes	100	40		65				66	67	72	Côte d'Ivoire	21	Kouao Brou
AUTRES FAMILLES - MELIACEAE															
Azadirachta indica	2710	Feuilles sèches	17	63	61	10	52	55	68		34	74	Sénégal	DK29	Touré Fall
Khaya senegalensis	3480	Feuilles sèches	100	27		61				50	53	27	Mali (Niono)	15	Kassambara
		" vertes	39	8			49						"	16	"
		" "	32	15-24									"	17-18	"
AUTRES FAMILLES - MORACEAE															
Antiaris africana	3273	Rameaux verts	100	5		142				74	76	78	Côte d'Ivoire	3	Kouao Brou
Picus gnaphalocarpa	1343	Rameaux verts	100	25		74				43	50	25	Côte d'Ivoire	8	Kouao Brou
	1585	Feuilles vertes	100	19		83				37	53	15	Mali (Sotuba)	3	Kone Dembele
	1587	" "	40	ad lib.	51	20	43	56	42		54	4	"	5	" "
AUTRES FAMILLES - MYRSINACEAE															
Maesa lanceolata													Cameroun		Kouonmenloc
AUTRES FAMILLES - RHAMNACEAE															
Ziziphus mauritiana	2599	Feuilles sèches	69	ad lib.	59	41	44	50	25		46	10	Mali (Niono)	3	Kassambara
	2590	" "	38	ad lib.	49	19	41	48	24		35	-8	"	2	"
	3448	" "	38	ad lib.			44	49	18				"	11	"
	876	" "	60							54	57		Burkina-Faso		Zoungrana
	877	" "	60							48	52		"		"
	878	" "	60							53	55		"		"
	879	" "	60							54	58		"		"
	880	" "	60							54	56		"		"
	881	" "	60							57	62		"		"
	882	" "	60							53	57		"		"
	883	" "	60							47	50		"		"

Tableau X.2 - (suite 4 et fin)

LEGUMINEUSES	N° Ech.	Organes Présentation	Taux dans ration	Refus p.100	MSVI		DMS %	DMO %	DMA %	DMS %	DMO %	DMA %	Pays	N° Essai	Auteur
					g/kg P ^{0,75}										
					R	L	Ration		Ligneux						
AUTRES FAMILLES - ROSACEAE															
Parinari curatellifolia	2360	Feuilles vertes	100	56		34				25	32	12	Côte d'Ivoire	58	Kouao Brou
AUTRES FAMILLES - SALVADORACEAE															
Salvadora persica	1949	Feuilles sèches	1	94	49	1	50	59	45				Tchad	3	Béchar



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DEMARQUILLY C., BOISSEAU J.M., 1976 - Méthode de mesures de la valeur alimentaire des fourrages. Laboratoire des aliments, CRZV-INRA, Theix, 6 p. + fig.
- FRIOT D., LEFEVRE P., 1991 - Programme de calcul de quantités ingérées, d'excrétions fécales, de digestibilité *in vivo*, de valeur nutritive. Programme ABT-IEMVT Maisons Alfort (logiciel). Dakar, ISRA.
- IEMVT/ISRA, 1990 - Mesure *in vivo* de la digestibilité et des quantités ingérées par des moutons. Document collectif - Programme ABT, 8 p. + annexes.
- KOUAO BROU J., 1993 - Digestibilité *in vivo* et valeur nutritive de quelques ligneux fourragers consommés par les petits ruminants en Côte d'Ivoire. Rapport final projet ST2/215 - IDESSA-DRA Bouaké, 30 p. (voir résumé en annexe 2).
- KOUONMENIOC J., 1990 - Les ligneux fourragers au Cameroun : productivité et intérêt pour la production animale en région guinéenne. Thèse de doctorat. Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay. 192 p.
- LE HOUEIROU H.N., 1987 - Consommation volontaire de ligneux fourragers et performances animales chez le mouton Barbarin. Sub-network on Mediterranean Pastures. Montpellier - 13/17 octobre 1987. FAO - European Coopérative network on pasture and fodder crop production. Bull. n°5 : 91-95.
- MEURET M., 1989 - Feuillages, fourrages et flux ingérés. Fac. Sci. Agron. de Gembloux. INRA. Dép. SAD-Unité d'Ecodéveloppement, Avignon. 229 p.
- MEURET M., GUERIN H., 1991 - Choix, qualité et quantité de la végétation ingérée par l'animal au pâturage. IV Congrès International des Terres de Parcours, 22-26 avril 1991, Montpellier, France : 1125-1127.
- TOURE FALL Safietou, 1993 - Valeur nutritive des fourrages ligneux, leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux. Thèse de Doctorat en Zootechnie - option Nutrition. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 144 p.
- YO T., 1993 - Rapport final - Projet ST2/215. Document de travail : 8 p.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DIVISION OF THE PHYSICAL SCIENCES
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

PH.D. THESIS
BY
[Name]

ADVISOR
[Name]

CHICAGO, ILLINOIS
[Date]

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
UNIVERSITY OF CHICAGO

PH.D. THESIS
BY
[Name]

ADVISOR
[Name]

CHICAGO, ILLINOIS
[Date]

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
UNIVERSITY OF CHICAGO

PH.D. THESIS
BY
[Name]

ADVISOR
[Name]

CHICAGO, ILLINOIS
[Date]

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
UNIVERSITY OF CHICAGO

STATION DE RECHERCHES
 SUR LA NUTRITION DES HERBIVORES

 UNITE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE
 C.R.Z.V. DE THEIX
 63122 - CEYRAT

NOTE SUR LES ESSAIS DE DIGESTIBILITE

IN VIVO DES FOURRAGES LIGNEUX :

" précautions à prendre pour une mesure correcte des teneurs en matières azotées non digestibles ".

par Brigitte MICHALET-DOREAU et C. DEMARQUILLY

 STATION DE RECHERCHES SUR LA NUTRITION DES HERBIVORES

UNITE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

Pour avoir une teneur en MAND qui ait une signification et reflète un éventuel problème d'indigestibilité de l'azote dans l'intestin, il est nécessaire de respecter quelques règles concernant la méthode de mesure de la digestibilité de l'azote :

1°) - Les ligneux ne pouvant pas toujours être distribués seuls, les associer à un autre fourrage, type fane d'arachide (à 11 % de MAT environ) de préférence à la paille de riz trop fortement carencée. Si la paille de riz est retenue, elle doit être associée à du tourteau d'arachide ou de l'urée pour que l'apport d'azote fermentescible soit suffisant (Cf. 6°).

2°) - Avoir un pourcentage maximum de ligneux dans la ration, mais celle-ci doit être distribuée en quantité limitée (1) : en principe 45 g. de matière sèche par kg p0,75 ; cependant, comme un tel apport risque d'être insuffisant pour couvrir les besoins d'entretien (dMO parfois inférieure à 50 p.100, besoin en MODI pour l'entretien : 23 g/kg p0,75), il semble préférable de maintenir les quantités ingérées à 50 g/kg p0,75.

3°) - Le lot de fourrage complémentaire doit être homogène et suffisamment important pour passer en digestibilité tous les ligneux à étudier au sein d'un même lieu d'étude.

4°) - Le fourrage complémentaire doit impérativement passer seul en digestibilité et en quantité limitée dans les mêmes conditions que le mélange.

 (1) ce qui n'a pas été le cas dans l'essai rapporté à l'annexe 1

5°) - Si possible, 6 animaux par essai.

6°) - Dès que le pourcentage de chacun des composants de la ration ingérée est connu, vérifier que la teneur en N fermentescible est suffisante, en particulier pour les ligneux réputés peu digestibles (<---> peu dégradables) quand ils représentent une part importante de la ration. Ajouter de l'urée ou du tourteau dans le cas contraire. La règle est de couvrir les besoins en azote fermentescible de la flore du rumen, besoins déterminés par la quantité de matière organique fermentescible (MOF = matière organique digestible - matière azotées non dégradables mesurées en sachet ou estimées par voie enzymatique - matières grasses) : la population microbienne fabrique en moyenne 145 g de protéines par kg de MOF, il faut donc apporter environ 150 g (en arrondissant) de matières azotées fermentescibles par kg de MOF.

Remarque: Le problème pour l'application de ces recommandations, est d'estimer a priori les ordres de grandeur de la digestibilité de la matière organique et de la dégradabilité de l'azote.

On peut pour cela, procéder à des mesures de dégradabilité enzymatique par la pepsine cellulase et la pronase, et appliquer des équations générales de prévision de la dMO (Aufrère et Demarquilly, 1989) et de la dégradabilité théorique (DT) (Aufrère et al, 1989).

-AUFRERE J., DEMARQUILLY C., 1989. Predicting organic matter digestibility of forage by two pepsin-cellulase methods - Proc.

XVI Int. grassland congress, Nice, France : 877-878.

-AUFRERE J., GRAVION D., DEMARQUILLY C., VERITE R., MICHALET-DOREAU B., CHAPOUTOT P., 1989. Aliments concentrés pour ruminants : prévision de la valeur azotée PDI à partir d'une méthode enzymatique standardisée - INRA Prod. Anim., 2 (4) : 249-254.

ETUDE DE LA DIGESTIBILITE *IN VIVO* ET DE L'INGESTIBILITE
DE QUELQUES LIGNEUX FOURRAGERS DE COTE D'IVOIRE
Résumé par Tiemoko Yo d'après Kouao Brou (1993)

INTRODUCTION

objectifs:

L'objectif de cette étude est de déterminer la composition chimique, la digestibilité et la valeur nutritive de quelques arbres et arbustes utilisés pour l'affouragement du bétail en Côte d'Ivoire. L'étude a porté principalement sur la détermination de la valeur alimentaire des feuilles qui constituent la principale partie de la plante consommée par les animaux au pâturage.

L'étude de digestibilité et ingestibilité a porté sur les 12 espèces ligneuses:

légumineuses

Afzelia africana	(Cesalpiniaceae)
Daniellia oliveri	(Cesalpiniaceae)
Piliostigma thonningii	(Cesalpiniaceae)
Parkia biglobosa	(Mimosaceae)
Morinda lucida	(Fabaceae)
Pericopsis laxiflora	(Fabaceae)

autres espèces

Antiaris africana	(Moraceae)
Ficus exasperata	(Moraceae)
Ficus sycomorus	(Moraceae)
Parinari curatellifolia	(Rosaceae)
Fluggea virosa	(Euphorbiaceae)
Spondias mombin	(Anacardiaceae)

1. Matériel et méthodes

Les essais ont été conduits avec des ovins mâles de race Djallonké pesant en moyenne 20 à 30 kg. La mesure de digestibilité des 12 espèces ligneuses a été effectuée entre Mai 1990 et Mai 1993 à la station Elevage du Département des Ressources Animales de l'IDESSA.

Cinq animaux ont été utilisés pour chaque essai de digestibilité et/ou d'ingestibilité. Deux modes de stabulation ont été utilisés:

- les animaux ayant servi à déterminer la digestibilité de *Ficus exasperata* et *Morinda lucida* étaient confinés dans des cages de digestibilité classiques et recevaient leur ration sous forme de feuilles fraîches détachées des branches. Par la suite, un essai comparatif d'ingestibilité (*Ficus exasperata*) a été effectué sur des animaux en cage recevant des feuilles détachées ou en stabulation libre recevant des bottes de branchages suspendues. Cette expérimentation a montré que les animaux en stabulation libre consomment environ 35% plus de feuilles que ceux en cage de digestibilité ($88 \pm 1,3\text{g/kg P}^{0,75}$ pour la stabulation libre contre $60 \pm 2,3\text{g}$ pour les cages).

- pour le reste des mesures de digestibilité (10 espèces) et l'ensemble des mesures d'ingestibilité, (12 espèces), les animaux étaient maintenus en stabulation libre dans des boxes individuels et recevaient leur ration sous forme de bottes suspendues, pour simuler la situation en milieu naturel.

* mesure de la digestibilité en cage

Une période d'adaptation de 2 semaines a été observée avant la période de mesure qui dure 10 jours. Les animaux utilisés étaient pesés avant la période d'adaptation et à la fin de la période de mesure.

L'aliment était présenté sous forme de feuilles fraîches arrachées aux branches et mises à la disposition des animaux dans des mangeoires individuelles. Deux repas étaient distribués: le matin à 9H après le retrait des refus de la veille et l'après-midi à 16H. La quantité d'aliment offert était calculée pour permettre un taux de refus de 20 à 25%. Les quantités d'aliment offertes étaient mesurées avant distribution et les refus, collectés chaque matin étaient pesés pour chaque animal avant la distribution de la ration du jour. De la même manière, les fèces étaient collectés par animal et conservés en chambre froide dans des seaux plastiques individuels. Pendant l'essai, tous les animaux disposaient d'eau à volonté.

Le taux de matière sèche de l'offert, du refus et des fèces étaient déterminés quotidiennement après séchage à l'étuve à 70°C pendant 24H. Chaque jour, un échantillon de l'aliment offert était prélevé, séché et conservé. Au terme de l'expérimentation,

on a effectué un mélange homogène des aliments séchés. Une partie aliquote de ce mélange est broyée pour servir d'échantillon en vue des différentes analyses de laboratoire. Les quantités de matière sèche ingérée, rejetée dans les fèces ont été calculées et utilisées pour la détermination du taux de digestibilité.

* mesure de la digestibilité et l'ingestibilité en stabulation libre.

Cinq animaux parqués en stabulation libre dans des boxes individuels ont reçu leur aliment sous forme de bottes (feuilles et branches) accrochées aux cloisons des boxes à la portée de chaque animal. L'utilisation de cette technique engendre 2 difficultés méthodologiques majeures:

- l'évaluation précise de la quantité de matière sèche consommable offerte: la botte suspendue étant constituée d'une partie consommable (essentiellement les feuilles) et d'une partie non consommable (les branches).

- l'évaluation précise de la quantité de la matière sèche consommable refusée: la botte suspendue perd de l'eau au cours du nyctémère avec un taux de perte différent pour les feuilles et les branches.

En vue de prendre en compte ces différents phénomènes les mesures suivantes ont été effectuées quotidiennement:

- a) pesée des bottes entières et fraîches offertes à chaque animal (Pb).
- b) sur des bottes-témoin identiques à celles offertes:
 - détermination du rapport feuilles/tiges: ce rapport permet de calculer la quantité de feuilles fraîches offerte à l'animal (%F).
 - détermination de la teneur en matière sèche des feuilles fraîches offertes(%MSo).
- c) sur les refus
 - détermination de la quantité brute de feuilles refusées (Fr) en séparant, pour chaque botte, les feuilles refusées des branches.
 - Détermination de la teneur en matière sèche des feuilles refusées (%MSr).

d) sur les fèces

- pesée des quantités totales de fèces par animal par jour (Pf).
- détermination de la teneur en matière sèche des fèces (%MSf).

A l'aide de ces différentes mesures, le calcul des paramètres, nécessaire à l'évaluation de la digestibilité et l'ingestibilité s'effectue de la façon suivante:

Quantité de MS offerte	=	Pb * %F * %MSo
Quantité de MS refusée	=	Fr * %MSr
Quantité MS fécale	=	Pf * %MSf

avec:

Pb = poids de la botte fraîche
 %F = % de feuilles (partie consommable) par rapport au poids total de la botte servie.
 %MSo = teneur en matière sèche des feuilles fraîches.
 Fr = poids brut des feuilles (partie consommable) refusées.
 MSr = teneur en matière sèche de feuilles refusées.
 Pf = poids des matières fécales fraîches.
 %MSf = teneur en matière sèche des déjections fraîches.

* analyse de laboratoire des échantillons

- Les échantillons d'aliments (offert et refusé) et de fèces collectés au cours de l'expérimentation ont été partiellement analysés par les laboratoires de l'IDESSA et du LACENA (Côte d'Ivoire). Un double des échantillons a été transmis au laboratoire du CIRAD/EMVT.

2. Résultats

Tableau: Digestibilité et ingestibilité de quelques espèces ligneuses

Espèces ligneuses	Digestibilité			Ingestibilité g/kg p ^{0,75}
	%MS	%MO	%MAT	
<i>Ficus exasperata</i>	40,7	59,5	66,2	88
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	42,6	47,8	22,7	74
<i>Daniellia oliveri</i>	24,3	26,9	0,0	57
<i>Securinega virosa</i>	65,6	66,9	72,1	65
<i>Spondias mombin</i>	33,0	38,0	5,2	43
<i>Parinari curatellifolia</i>	24,5	31,7	11,9	34
<i>Piliogstigma thonningii</i>	46,6	50,5	35,0	46
<i>Parkia biglobosa</i>	28,7	31,6	0,0	47
<i>Antiaris africana</i>	75,5	-	-	142
<i>Azelia africana</i>	64,3	-	-	87

Espèces étudiées in vivo
dans le cadre du projet ST2/215

Tous Pays

<i>Acacia ataxacantha</i>	1
<i>Acacia linearioides</i>	2
<i>Acacia macrostachya</i>	3
<i>Acacia nilotica</i>	4
<i>Acacia seyal</i>	5
<i>Acacia sieberiana</i>	6
<i>Acacia tortilis</i>	7
<i>Adansonia digitata</i>	8
<i>Afzelia africana</i>	9
<i>Albizzia lebeck</i>	10
<i>Alchornea cordifolia</i>	11
<i>Antiaris africana</i>	12
<i>Azadirachta indica</i>	13
<i>Balanites aegyptiaca</i>	14
<i>Bauhinia rufescens</i>	15
<i>Boscia senegalensis</i>	16
<i>Calotropis procera</i>	17
<i>Cassia tora</i>	18
<i>Combretum aculeatum</i>	19
<i>Combretum glutinosum</i>	20
<i>Combretum nigricans</i>	21
<i>Daniellia oliveri</i>	22
<i>Faidherbia albida</i>	23
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	24
<i>Ficus sp.</i>	25
<i>Flemingia macrophylla</i>	26
<i>Fluggea virosa</i>	27
<i>Gliricidia sepium</i>	28
<i>Guiera senegalensis</i>	29
<i>Khaya senegalensis</i>	30
<i>Leucaena leucocephala</i>	31
<i>Leucaena sp.</i>	32
<i>Maesa lanceolata</i>	33
<i>Mangifera indica</i>	34
<i>Ozoroa insignis</i>	35
<i>Parinari curatellifolia</i>	36
<i>Parkia biglobosa</i>	37
<i>Pericopsis laxiflora</i>	38
<i>Piliostigma reticulatum</i>	39
<i>Piliostigma thonningii</i>	40
<i>Pithecellobium dulce</i>	41
<i>Prosopis sp.</i>	42
<i>Pterocarpus lucens</i>	43
<i>Salvadora persica</i>	44
<i>Samanea saman</i>	45
<i>Sesbania rostrata</i>	46
<i>Spondias mombin</i>	47
<i>Tephrosia vogelii</i>	48
<i>Ziziphus mauritiana</i>	49
<i>Ziziphus sp.</i>	50