

11/10 52110



FACULTE DES SCIENCES
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE ET MARIE CURIE

U.E.R.- 61
Physiologie animale

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VALEUR NUTRITIVE
DES LIGNEUX

Mémoire présenté par

Anna Réjane KONE

pour le Diplôme d'études approfondies
de nutrition

Septembre 1984

Laboratoire d'Alimentation
I.E.M.V.T.
10, rue Pierre Curie
94704 - MAISONS-ALFORT Cedex

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	6
GENERALITES	8
I. ZONES SAHELIEUNE - SAHELO SOUDANIEUNE	8
A. DEFINITIONS PHYTOGEOGRAPHIQUES	8
1. Zone sahélienne	8
2. Zone sahélo-soudanienne	8
B. PRESENTATION DE L'ELEVAGE	9
1. Zone sahélienne	9
2. Zone sahélo-soudanienne	9
C. PRODUCTIVITE, TAPIS HERBACE ET LIGNEUX SUIVANT DIFFERENTES SAISONS	10
D. LES LIGNEUX : ESPECES CONSOMMEES - APPETABILITE	10
1. Appétabilité	10
2. Les espèces consommées	10
II. BESOINS ENERGETIQUES ET AZOTES : APPORT DU REGIME ET BESOINS DES ANIMAUX	12
A. BESOINS ENERGETIQUES	12
1. Besoins d'entretien	12
2. Besoins de production	12
B. BESOINS AZOTES	13
1. Besoins quantitatifs	13
2. Besoins qualitatifs	13
C. BESOINS ENERGETIQUES ET AZOTES DU BOVIN TROPICAL ET FOURRAGES LIGNEUX	14

III. IMPORTANCE DES LIGNEUX	16
A. COUVERT VEGETAL ET BIOMASSE	16
1. Couvert végétal	16
2. Biomasse	16
B. UTILISATION	18
C. PART DANS LE REGIME SUIVANT LES DIFFERENTES SAISONS	18
D. COMPORTEMENT DES ESPECES ANIMALES	19
E. LES ESPECES CONSOMMEES PAR LES DIFFERENTES ESPECES ANIMALES.	19
IV. LA VALEUR NUTRITIVE DES LIGNEUX	23
V. LES LIGNEUX : COMPLEMENT AZOTE	24
CONCLUSION	25
MATERIEL ET METHODES	27
I. MATERIEL	27
II. METHODES	28
A. METHODES D'ANALYSE CHIMIQUE	28
1. La cellulose brute dite de Weende	28
2. Analyses de Van Soest	28
2.1 Les parois totales ou N.D.F. (neutral detergent fiber)	28
2.2 A.D.F. ou lignocellulose (Acid. detergent fiber).....	29
2.3 La lignine	29
B. DETERMINATION DE L'AZOTE	29
1. L'azote total	29
2. L'azote dans l'A.D.F.	29
3. L'azote soluble	29
4. La digestibilité pepsique	30
C. METHODES DE MESURE DE DIGESTIBILITE "IN VITRO".....	30
1. Justification de choix	30
2. Digestibilité in vitro : une méthode enzymatique	31

.../...

RESULTATS ET DISCUSSION	33
I. RESULTATS	33
A. COMPOSITION CHIMIQUE	33
B. RELATIONS ENTRE LA SOLUBILITE DE LA M.S. EN PEPSINE-CELLULASE ET COMPOSITION DES LIGNEUX	33
1. S.MS et S.MO	33
2. S.MS et constituants pariétaux	34
2.1 Relation en S.MS et la lignine	34
2.2 Relation entre S.MS et la C.B.	34
2.3 Relation entre S.MS et A.D.F.	35
C. RELATION ENTRE LA S.MS ET L'AZOTE DANS L'A.D.F.	35
D. RELATION ENTRE LA S.MO ET DIGESTIBILITE PEPSIQUE	35
E. RELATION ENTRE DIGESTIBILITE PEPSIQUE ET L'AZOTE SOLUBLE	36
II. DISCUSSION	50
CONCLUSION GENERALE	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	53

LISTE DES SIGLES UTILISES

A.D.F.	:	Acid Detergent Fiber
C.B.	:	Cellulose brute de Weende
C.U.D.	:	Coefficient d'utilisation digestive
M.A.T.	:	Matières azotées totales
M.O.	:	Matière organique
M.S.	:	Matière sèche
N/A.D.F.	:	L'azote dans l'A.D.F.
N.D.F.	:	Neutral detergent fiber
N soluble	:	Azote soluble
S.M.O.	:	Solubilité de la matière organique
S.M.S.	:	Solubilité de la matière sèche

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au laboratoire d'alimentation de l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (I.E.M.V.T.) sous la direction de Monsieur D.RICHARD, Chef du service d'alimentation-nutrition.

Je le remercie sincèrement pour les précieux conseils qu'il m'a prodigués durant mon stage. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur A.PROVOST, Directeur Général de l'I.E.M.V.T. et à Monsieur J. GRUVEL, Chef du service de perfectionnement et des études pédagogiques, qui ont bien voulu m'accepter au sein de l'Institut.

Que Monsieur le Professeur M. PASCAUD, responsable de l'U.E.R. Sciences Université Paris VI et Mademoiselle A.JACOB reçoivent également mes vifs remerciements.

Je tiens à remercier très sincèrement le personnel du laboratoire de nutrition pour la coopération et la compréhension dont chacun a fait preuve à mon égard.

Je remercie également toutes les personnes qui ont contribué indirectement à la réalisation de ce travail.

-ooOoo-

INTRODUCTION

La faible pluviométrie dans les pays de l'Afrique intertropicale provoque des déséquilibres alimentaires pour le cheptel.

Le pâturage est la principale ressource alimentaire des bovins, ovins et caprins dans la plupart des pays intertropicaux à élevage extensif et présente un intérêt économique dans ces pays chauds.

L'élevage qui est la principale richesse de la plupart de ces pays représente 5% de l'économie sénégalaise(en 1968), 19% de celle du Mali(en 1969) et 22% de celle de la Mauritanie(en 1970) (S.E.D.E.S., 1975).

Ces animaux au fil du temps se sont adaptés aux conditions climatiques, donc au milieu. Mais un des principaux problèmes de l'élevage de ces pays est le manque de ressources alimentaires du point de vue qualitatif et quantitatif pendant une période assez longue dans l'année, 8 à 9 mois ; dans certaines zones la période sèche peut durer plus.

Par manque d'éléments nutritifs pour assurer au moins leurs besoins d'entretien, des animaux meurent pendant cette période critique diminuant ainsi le cheptel.

Devant le besoin de plus en plus accru de protéines animales dans ces pays chauds en voie de développement, un accent a été mis sur les ligneux ces dernières années.

La connaissance de la valeur nutritive des fourrages ligneux en Afrique intertropicale, plus particulièrement en zones sahélienne et sahélo-soudanienne devient de plus en plus une préoccupation pour tous ceux qui s'intéressent à l'élevage et à l'alimentation des ruminants dans lesdites zones.

L'utilisation des ligneux est un emploi qui remonte à une haute antiquité car déjà les Romains faisaient des réserves de feuilles de divers arbres et ils ne devaient en cela que suivre l'exemple des peuplades qui, les premières, pratiquaient l'élevage à la période où la domestication des animaux précéda les cultures fourragères, stade que l'on retrouve maintenant chez les éleveurs africains (M.G.CURASSON, 1951-1952).

Bien que pendant des siècles les éleveurs traditionnels aient reconnu la valeur du pâturage aérien, les travaux scientifiques qui s'y rapportent sont relativement récents et continuent à être menés dans le but d'avoir une connaissance bien précise et approfondie des ligneux.

C'est dans ce cadre que ce travail intitulé "Contribution à l'étude de la valeur nutritive des ligneux" a été effectué dans le laboratoire de nutrition de l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (I.E.M.V.T.) où toutes les analyses ont été faites.

Dans cette étude, nous nous intéresserons surtout à la qualité de l'azote qui est l'élément qui manque le plus et à la digestibilité qui est restée jusqu'à ce jour un problème encore non traité.

-ooOoo-

GENERALITES

I. ZONES SAHELIENNE - SAHELO-SOUDANIENNE

La pluviosité est le facteur météorologique le plus important parce que c'est le seul facteur qui varie de façon significative du Nord au Sud dans la région. Comme résultat, la durée de croissance des fourrages varie aussi du Nord au Sud et il y a une relation nette entre la pluviosité et la productivité des pâturages.

A. DEFINITIONS PHYTOGEOGRAPHIQUES

1. Zone sahélienne

Le sahel est localisé entre les isohyètes 100 et 600 mm / an⁻¹. On donne aussi comme limite l'isohyète 250 mm au Nord et 500 mm au Sud. Le caractère dominant de cette région est que les pluies tombent pendant 2 à 4 mois et le reste de l'année est très sec.

Du point de vue végétation, la limite Nord correspond à la limite Sud du palmier dattier et la limite Sud à la culture du mil sans irrigation. Le fleuve Sénégal, le delta central du Niger, le Nil permettent la culture en zone sahélienne ; ce sont aussi les zones de "pâturages de décrue" très riches, exploitables quand l'eau se retire.

Le sahel est le domaine des steppes à épineux. Le terme steppe s'applique ici à des formations herbeuses généralement non parcourues par les feux (A.M.CISSE et H.BREMAN, 1982).

La steppe à épineux est une végétation formée essentiellement de plantes herbacées annuelles de petite taille avec quelques graminées vivaces dispersées et des plantes ligneuses. Le pourcentage de recouvrement de la strate herbacée est faible : la formation est ouverte. La végétation ligneuse forme des peuplements parfois denses dans les dépressions.

On distingue une zone Nord sahélienne où il ne pleut pas assez pour que les arbres poussent sauf dans les dépressions et une zone Sud-sahélienne où la densité en arbres augmente.

2. Zone sahélo-soudanienne

A une pluviosité annuelle comprise entre 400 et 600 mm.

La savane remplace la steppe. La savane est une formation herbeuse comportant une strate herbeuse supérieure continue ; les plantes ligneuses sont ordinairement présentes.

La savane est essentiellement composée de graminées vivaces de grande taille parsemée d'arbres et d'arbustes. C'est la savane à combrétacées dans laquelle on trouve des éléments sahéliens tels que *Grewia bicolor*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *Acacia laeta*, *Bauhinia rufescens*, *Commiphora africana*, *Cadaba glutinosa* et des infiltrations soudanaises telles que *Acacia seyal*, *Acacia sieberiana*, *Sclerocarya birrea*, *Pterocarpus lucens*.

Le tapis graminéen est formé essentiellement d'annuelles ; les dépressions plus humides portent quelques graminées vivaces.

B. PRESENTATION DE L'ELEVAGE

1. Zone sahélienne

Le sahel est une des zones semi-arides très vastes et ses pâturages occupent environ 1,5 million km² de l'Afrique, entre le Sahara et l'équateur. Environ un quart des superficies des états sahéliens de l'Afrique centrale et de l'ouest comprenant le Tchad, la Haute-Volta, le Mali, la Mauritanie, le Niger et le Sénégal, se trouve dans la zone semi-aride qui est caractérisée par le sahel.

L'élevage extensif sahélien se base encore pour une très grande partie sur les pâturages naturels. Le fourrage est ce que la nature donne, presque sans aucune gestion humaine.

La densité de la végétation des pâturages des zones semi-arides est faible. Les variations sont énormes dans l'offre de nourriture et dans sa qualité d'une année à l'autre et d'un endroit à l'autre. Ces grandes fluctuations et un manque périodique d'eau d'abreuvement à cause de la pluviométrie faible, obligent les bergers à se déplacer avec leurs troupeaux de petits et grands ruminants.

Au sahel, il y a deux principaux modes d'élevage : le nomadisme et la transhumance auxquels s'ajoute l'élevage sédentaire pratiqué par les agriculteurs.

Les nomades vont au hasard des pluies dans la zone la plus désertique ; les transhumants viennent des zones cultivées soudanienne et, à la saison des pluies, ils remontent vers le Nord en suivant le front de la verdure. A la fin de la saison des pluies, ils redescendent progressivement au Sud en convergeant sur les points d'eau temporaires (mares, puisards) puis permanents (forages profonds, fleuves).

2. Zone sahélo-soudanienne

Le principal mode d'élevage est l'élevage sédentaire et semi-sédentaire pratiqués par les agriculteurs avec une aire d'influence qui gravite dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour du périmètre irrigué.

Dans cette forme d'élevage, les bêtes pâturent librement en saison sèche sur l'ensemble du territoire villageois et sont conduites en hivernage sous la surveillance des bergers soit dans les forêts soit dans les secteurs maintenus temporairement en jachère. Mais chaque soir, les troupeaux regagnent le village ou les enclos établis à sa périphérie.

Citons à cet effet un exemple de système d'élevage sédentaire au Mali décrit par Mme DICKO, 1980 :

"Des pâturages naturels où les animaux séjournent de juillet à octobre, ils vont sur les champs et jachères de mil en novembre et décembre puis les rizières de janvier à avril, ensuite, retournent sur les champs

et jachères de mil et riz qui constituent à cette époque une zone d'attente jusqu'à la reprise du cycle en juillet avec l'installation de l'hivernage."

C. PRODUCTIVITE, TAPIS HERBACE ET LIGNEUX SUIVANT DIFFERENTES SAISONS

La grande différence entre les plantes pérennes et les annuelles réside dans le fait que chaque année pendant 9 à 11 mois, les annuelles n'existent que sous la forme de graines et de paille tandis que les pérennes gardent une fraction de leur biomasse végétative vivante. Ceci est un facteur dans la stabilité des végétations où les pérennes dominent et où la vie active, quoique limitée, peut fournir encore de la nourriture de qualité pour le bétail en plaine saison sèche.

Il doit être possible de trouver un écart entre la productivité des deux types (arbres, arbustes et plantes annuelles) à cause surtout de la partie de l'appareil végétatif qui reste vivante (pérennes) et qui fait qu'elles ont un démarrage rapide de la croissance dès les premières pluies.

Les espèces ligneuses peuvent produire un peu plus, annuellement, que les espèces annuelles. On pourrait donc s'attendre à une productivité élevée des arbres et arbustes. Ceci serait certainement le cas à une pluviosité bien stable.

D. LES LIGNEUX : ESPECES CONSOMMEES - APPETABILITE

1. Appétabilité

L'appétabilité est l'aspect le plus déroutant de la consommation des fourrages ligneux.

Divers essais faits au ranch de Niono (P.HIERNAUX, 1980) au Mali font penser que l'appétabilité dépendra :

- de l'espèce végétale et de son stade phénologique
- de l'espèce animale ainsi que de l'âge
- des habitudes alimentaires

Pour diverses raisons, les animaux consomment certains arbustes par préférence à d'autres, comme ceci a été démontré par DOUGALL et BOGDAN, 1958 et DOUGALL et coll, 1964 : "les épines, les surfaces rugueuses ou d'autres caractéristiques peuvent être à l'origine de telle ou telle préférence d'appétabilité".

2. Les espèces consommées

Elles sont nombreuses. L'intérêt fourrager varie d'une famille à une autre et dans une même famille, d'une espèce à l'autre. Une classification (TOUZEAU, 1973) nous permettra de voir quelle est l'importance des différentes familles :

a) Les Mimosaceae :

C'est la famille la mieux représentée et la plus intéressante du point de vue fourrager grâce aux *Acacia* dont les feuilles et les gousses sont des aliments de valeur. On y trouve : *Acacia albida*, *Acacia ataxacantha*, *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia macrostachya*, *Acacia nilotica* var. *adansonii*, *Acacia nilotica* var. *tomentosa*, *Acacia raddiana*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Prosopis africana*, *Prosopis chilensis*, qui n'est pas spontané en Afrique.

b) Les Cappariaceae :

Il y a dans cette famille des espèces intéressantes du point de vue fourrager et très appréciées par les animaux : *Boscia senegalensis*, *Cadaba farinosa*, *Cadaba glandulosa*, *Capparis decidua*, *Maerua crassifolia*.

c) Les Combretaceae :

Cette famille est mieux représentée en zone soudanienne, en particulier par le genre *Terminalia* et surtout, par le genre *Combretum*. Nous avons ici : *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*, *Terminalia avicennioides*, *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum micranthum*, *Combretum aculeatum*.

d) Les Caesalpinaceae :

Bauhinia rufescens et *Piliostigma reticulatum* se rencontrent à l'état spontané. *Tamarindus indica* est introduit.

e) Les Tiliaceae :

Le genre *Grewia* avec *Grewia tenax*, *Grewia villosa* et *Grewia bicolor* ne présente pas un intérêt remarquable du point de vue fourrager.

f) Les Asclepiadaceae :

Leptadenia pyrotechnica et *Calotropis procera* sont bien adaptés à la sécheresse mais peu appréciés des animaux.

g) Autres familles :

Les *Papilionaceae* : *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*
 Les *Bombacaceae* : *Adansonia digitata*, le "Baobab", *Bombax costatum*
 Les *Rubiaceae* : *Feretia apodanthera*, *Mitragyna inermis*
 Les *Meliaceae* : *Khaya senegalensis* qui est le "caïlcédrat"
 Les *Arecaceae* : *Hyphaene thebaïca*
 Les *Salvadoraceae* : *Salvadora persica*
 Les *Anacardiaceae* : *Sclerocarya birrea*
 Les *Bignoniaceae* : *Stereospermum kunthianum*
 Les *Rhamnaceae* : *Ziziphus mauritiana*

II. BESOINS ENERGETIQUES ET AZOTES: APPORT DU REGIME ET BESOINS DES ANIMAUX

Les besoins sont représentés par le taux minimal des principes nutritifs indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, c'est-à-dire propre à compenser les diverses dépenses de cet organisme.

A. BESOINS ENERGETIQUES

Les dépenses énergétiques se répartissent en dépenses d'entretien et en dépenses de production et l'apport alimentaire d'énergie, sous la forme des matières organiques digérées et métabolisées doit compenser ces différentes formes de dépenses.

1. Besoins d'entretien

Lorsqu'un animal est à jeun, il métabolise sa réserve corporelle (lipides, protéines) pour obtenir l'énergie nécessaire au fonctionnement des tissus et organes et à son activité physique. Les lipides et les protéines sont dégradés et oxydés pour fournir des liaisons riches en énergie (ATP) utilisées par les cellules.

L'animal au repos, à jeun et soumis à une température de neutralité thermique dépense pourtant de l'énergie : l'énergie de métabolisme de base qui correspond :

- à l'activité de ces cellules (75%)
- au mouvement de ces organes internes (25%)

Quand il mange, grâce à la fermentation microbienne, les principes alimentaires sont dégradés. Les produits terminaux de la digestion : les acides gras volatils (A.G.V.) tels que les acides acétique, propionique, butyrique seront utilisés pour fournir de l'énergie.

Les A.G.V., surtout l'acide acétique, produits dans le rumen représentent presque toujours plus de la moitié de l'énergie absorbée par le ruminant dans son tube digestif nécessaire pour son entretien.

2. Besoins de production

Lorsque les besoins d'entretien de l'animal sont satisfaits, l'énergie métabolisable disponible est utilisée pour faire face aux besoins de production :

- besoins de croissance et d'engraissement :
La croissance et l'engraissement consistent en la synthèse de substances azotées et grasses associées à des matières minérales pour constituer les tissus nerveux, osseux, musculaires, conjonctifs et gras.

- besoins énergétiques pour la production de lait :
Variables selon l'espèce animale ; la composition du lait évolue pour une même espèce en fonction du stade de la lactation et des facteurs individuels.

- la gestation accroît aussi les besoins énergétiques des femelles, surtout au cours de son dernier tiers, puisqu'il s'agit des besoins de croissance du fœtus. A ces besoins de gestation s'ajoutent les besoins pour la constitution des réserves corporelles.

- autres productions demandant de l'énergie : production des oeufs, de la laine, du travail ou les sécrétions séminales des reproducteurs mâles.

B. BESOINS AZOTES

Les matières azotées sont indispensables à la vie car elles assurent le renouvellement permanent et la formation des cellules et des tissus. Ce sont donc des substances nécessaires à l'entretien de l'organisme et à l'élaboration des différentes productions. C'est la raison pour laquelle il faut en tenir compte dans l'appréciation de la valeur nutritive des aliments.

1. Besoins quantitatifs

Les protéines synthétisées à partir des acides aminés tirés de la digestion ont de multiples destinations :

- certaines renouvellent ou réparent les cellules de l'organisme dont l'usure est permanente, assurent la synthèse des vitamines, des diastases d'hormones et d'anticorps. Ils couvrent les besoins azotés d'entretien.
- d'autres assurent la multiplication et la croissance de nouvelles cellules : elles représentent les besoins azotés de croissance.
- une autre partie permet les mécanismes de reproduction et assure le développement du fœtus. Elle satisfait aux besoins azotés de reproduction et gestation.
- d'autres enfin sont employées à la synthèse des reproductions riches en protéines : le lait, les oeufs, la laine... Elles constituent les besoins azotés de reproduction.

2. Besoins qualitatifs

Les ruminants, grâce à leur flore microbienne sont peu sujets à des carences en acides aminés indispensables.

Sous réserve que les ruminants reçoivent la quantité suffisante de matières azotées, ils ne manqueront d'aucun acide aminé indispensable : leur flore microbienne les leur fournit continuellement en les synthétisant à partir de l'ammoniac issu de la dégradation dans la panse, des matières azotées protéiques et non protéiques.

C. BESOINS ENERGETIQUES ET AZOTES DU BOVIN TROPICAL ET FOURRAGES LIGNEUX

Les bovins africains pesant entre 250 kg et 300 kg, le bovin de 250 kg a été pris comme animal de référence et correspond à "l'unité bovin tropical" (U.B.T.). Il représente environ une demi-unité gros bétail des pays tempérés. On estime que ce bovin peut consommer une moyenne de 2,5 kg de MS par 100 kg de poids vif (avec des variations pouvant tenir à l'ingestibilité des aliments, aux individus)

Les besoins alimentaires et la consommation volontaire étant proportionnels au poids métabolique de l'animal, la chèvre de 25 kg représente 0,18 UBT (J.PIOT, J.P. NEBOUT, R.NANOT, B.TOUTAIN, 1980) :

BESOINS JOURNALIERS DE L'U.B.T. (TOUZEAU 1973)

Besoins	Petits déplacements			Grands déplacements		
	U.F.	M.A.D. g	$\frac{\text{M.A.D.}}{\text{U.F.}}$	U.F.	M.A.D. g	$\frac{\text{M.A.D.}}{\text{U.F.}}$
Entretien	2,3	125	54	2,3	125	54
Déplacement	0,4	26	65	0,8	52	65
Entretien+déplacement	2,7	151	56	3,1	177	57
<u>Gain de poids</u>						
+ 100g gain/jour	3,0	168	56	3,4	195	57
+ 200g gain/jour	3,4	186	55	3,8	212	56
+ 300g gain/jour	3,7	204	55	4,1	230	56
+ 500g gain/jour	4,3	239	56	4,7	265	56
<u>Production laitière</u>						
0,5 l/jour	2,9	181	62	3,3	207	63
1 l/jour	3,1	211	68	3,5	237	68
2 l/jour	3,5	271	77	3,9	297	76
2,5 l/jour	3,7	301	81	4,1	327	80
3 l/jour	3,8	331	87	4,2	357	85

Les besoins de l'U.B.T. ont été estimés par rapport à une ration journalière de 6,25 kg de matière sèche ; ils peuvent être rapportés au kg de matière sèche ingérée. Les besoins ainsi exprimés peuvent être appelés "Equivalent ration d'un kg de MS".

EQUIVALENT-RATION D'UN KG DE M.S.

Besoins	Petits déplacements			Grands déplacements		
	U.F.	M.A.d. g/kg M.S.	M.A.T. en p.100 /kg M.S. (Gramin.)	U.F.	M.A.D.	M.A.T. en p.100 /kg M.S. (Gramin.)
Entretien	0,37	20	4,0	0,37	20	4,0
Déplacement	0,06	4,2		0,13	8,3	
Entretien+déplacement	0,432	24,2	4,8	0,496	28,3	5,6
Gain de poids (0,053 UF et 2,8 g M.A.D. par 100g)						
+ 100 g gain/jour	0,49	27,0	5,4	0,55	31,1	6,2
+ 200 g gain/jour	0,54	29,8	6,0	0,60	33,9	6,8
+ 300 g gain/jour	0,59	32,6	6,5	0,66	36,7	7,4
+ 400 g gain/jour	0,64	35,4	7,1	0,71	39,5	7,9
+ 500 g gain/jour	0,70	38,2	7,6	0,76	42,3	8,1
+ 600 g gain/jour	0,75	41,0	8,0	0,81	45,1	8,4
+ 700 g gain/jour	0,80	43,8	8,3	0,87	47,9	8,7
Production laitière (0,061 U.F. et 9,6 g de M.A.D. par litre)						
0,5 l/jour	0,46	29,0	5,8	0,53	33,1	6,6
1 l/jour	0,49	33,8	6,7	0,56	37,9	7,6
2 l/jour	0,55	43,4	8,2	0,62	47,5	8,6
2,5 l/jour	0,58	48,2	8,7	0,65	52,3	9,1
3 l/jour	0,62	53,0	9,2	0,68	57,1	9,6
4 l/jour	0,68	62,6	10,2	0,74	66,7	10,7
5 l/jour	0,74	72,2	11,2	0,80	76,3	11,6
6 l/jour	0,80	81,8	12,3	0,86	85,9	12,7

III. IMPORTANCE DES LIGNEUX

Dans la quasi-totalité des états intertropicaux d'Afrique, l'élevage est du type extensif. L'alimentation animale est presque exclusivement basée sur l'utilisation des pâturages naturels constitués par la végétation spontanée.

La constitution du pâturage aérien dans l'alimentation du bétail en zone sahélienne peut varier de 2 à 60 p.100 de la ration énergétique suivant l'espèce animale en cause et l'abondance du brouet donc de l'époque du prélèvement.

Du point de vue protéinique, l'apport peut être plus important encore (J.PIOT et I.DIAITE, 1983).

A. COUVERT VEGETAL ET BIOMASSE

1. Couvert végétal

Les groupements végétaux se définissent en fonction de la topographie et des sols. La variabilité de la répartition de la végétation et des espèces est trop grande. Ainsi dans le ranch de Niono (Mali), le projet "la production des pâturages sahéliens" (P.P.S.) a retenu trois groupements :

- Groupements végétaux sur dunes sablonneuses : ces groupements présentent un peuplement ligneux régulier avec quelques variations locales de densités. Le couvert ligneux est de 10 %. Les espèces dominantes sont : *Sclerocarya birrea*, *Guiera senegalensis*, *Acacia seyal*.

- Groupements sur sol limoneux à faibles pentes : le peuplement ligneux est irrégulier. Le couvert ligneux est de 20 à 25 %. La strate ligneuse est dominée par *Acacia seyal*, *Pterocarpus lucens*, *Sclerocarya birrea*, *Grewia bicolor*, *Ziziphus mauritiana*.

- Groupements des dépressions argileuses : le peuplement ligneux est régulier avec une stratification plus ou moins nette (strate arbustive haute et strate buissonnante). Le recouvrement des ligneux est à peu près de 30% mais dépasse localement 50%. On y rencontre *Pterocarpus lucens*, *Grewia bicolor*, *Combretum micranthum*.

2. Biomasse

- Les écorces : elles sont d'intérêt réduit ou nul pour le bétail domestique mais un aliment constant des rongeurs et des éléphants. Les mesures sont rares, par exemple : 430 kg de MS au Sénégal pour une biomasse ligneuse épigée de 1860 kg/ha ou encore près du quart de la biomasse aérienne (J.C.BILLE, 1980).

- Les rameaux : les jeunes pousses sont toujours consommables et souvent mesurées avec les feuilles. Les rameaux et les branches fines représentent encore au Sénégal de 10 à 15% de la biomasse totale des parties végétales consommables chez *Balanites* ; 8 à 10% pour *Commiphora* ; 15 à 25% pour *Acacia senegal* ; 30 à 45% pour *Guiera* et 15 à 30% pour *Grewia bicolor*.

- Fleurs et fruits : si la valeur alimentaire des fleurs et pièces annexes est peu satisfaisante, les fruits et encore plus les graines sont importants et présentent parfois des biomasses non négligeables. Pour les *Acacia*, les fruits peuvent correspondre à un quart de la production annuelle caduque et la proportion est encore élevée pour *Balanites* mais le fruit de *Balanites* est souvent destiné à l'alimentation humaine. Il faut cependant admettre que les fruits ne représentent souvent que 10% ou moins de la biomasse caduque mais les gousses d'*Acacia* peuvent atteindre 400 à 600 kg/ha.

- Les feuilles : en zone sèche, la durée de la période feuillée est de 5 à 7 mois pour les essences à feuillage annuel et les fruits survivent parfois aux feuilles de 2 à 3 mois (*Commiphora*, *Acacia*).

La biomasse foliaire peut être reliée à la circonférence de l'arbre.

Ainsi *Balanites aegyptiaca*, *Acacia raddiana* donnent les résultats suivants dans la zone Sud de la mare d'Oursi (Haute-Volta).

Les tableaux suivants montrent l'évolution de la biomasse foliaire de deux plantes, exprimée en grammes de matière sèche en fonction des diamètres à la base des fûts.

BALANITES AEGYPTIACA (J.PIOT ET COLL., 1980)

Diamètres à la base (en cm)	Biomasse foliaire (en g/MS)	
	Données expérimentales	Données calculées
0	50	-
5	80	-
10	150	190
15	2 500	2 890
20	6 000	5 590
25	8 800	8 290
30	10 500	10 990

ACACIA RADDIANA (J.PIOT ET COLL., 1980)

Diamètres à la base (en cm)	Biomasse foliaire (en g/MS)	
	Données expérimentales	Données calculées
0	50	8
5	250	217,9
10	300	480,4
15	700	7 429
20	1 100	1 005,4
25	1 200	1 267,9
30	1 600	1 530,4

B. UTILISATION

Les arbres et les arbustes fourragers ont été d'une grande utilité tant pour l'homme que pour ses animaux tout au long des siècles. Les utilisations de cette végétation sont traditionnelles et font souvent partie de la vie quotidienne.

La couverture végétale ligneuse joue un rôle considérable :

- la protection des sols contre l'érosion et le phénomène de désertification.
- la satisfaction des besoins des populations surtout sahélienne en bois de feu, de construction d'habitat et en ressources alimentaires complémentaires.
- enfin, elle fournit des ressources fourragères pour les animaux domestiques.

C. PART DANS LE REGIME SUIVANT LES DIFFERENTES SAISONS

En saison des pluies, les animaux couvrent largement leurs besoins énergétiques et protéiques en consommant les plantes herbacées vertes. Le recours au pâturage ligneux n'apparaît pas nécessaire : le pâturage herbacé suffit donc largement à alimenter les animaux. Le recours au pâturage arbustif n'apparaît pas indispensable et la consommation que l'on observe résulte vraisemblablement de l'appétabilité des plantes présentes et du goût des animaux.

Pendant l'hivernage, les fourrages ligneux appréciés sont plus riches en matières protéiques que les graminées et la teneur en M.A.T. est souvent équivalente à celle des légumineuses herbacées présentes en abondance et bien appréciées.

En saison sèche, la valeur énergétique des graminées n'est pas élevée et diminue au fur et à mesure que la saison sèche avance (0,40 à 0,25 UF/kg MS) ; les matières protéiques digestibles se trouvent en quantité insuffisante ; les légumineuses herbacées ont perdu leurs feuilles ; les repousses des graminées des bourgoutières dans les zones inondables ont une bonne valeur fourragère mais ne sont disponibles qu'en petites quantités. Le pâturage herbacé de saison sèche n'est pas assez riche pour assurer la production et, même partiellement, l'entretien de l'animal.

Les animaux apparaissent alors carencés en matières azotées : pour les graminées annuelles, la teneur en MAT varie de 1,5 à 3,9 en % de la M.S. et 2,8 à 3,8 pour les pérennes (N.LE HOUEROU, 1980) contre 4, estimé comme besoin d'entretien d'un UBT (voir tableau p. 15) sauf quelques graminées pérennes telles que *Panicum turgidum* et *Hyperthelia dissoluta* pouvant atteindre respectivement 4,9 à 4,3. Ils doivent alors puiser sur leurs propres réserves, ce qui entraîne leur amaigrissement. Les besoins énergétiques d'entretien semblent, par contre, à peu près satisfaisants, dans la mesure où les fourrages sont disponibles en quantité suffisante.

Le choix des fourrages par l'animal, espèce ou partie de plante, apparaît très important et le fourrage arbustif représente un aliment riche qui peut combler en partie les déficiences des fourrages herbacés. L'apport de 25% de la ration en fourrage arbustif suffirait à satisfaire les besoins d'entretien des animaux (J.PIOT et coll., 1980).

D. COMPORTEMENT DES ESPECES ANIMALES

Tous les animaux sauvages utilisent les feuilles d'arbres dans leur alimentation.

- les caprins s'intéressent aussi bien au pâturage herbacé qu'au pâturage aérien. La chèvre se rapproche des animaux sauvages par sa rusticité et son appétit pour les arbres qui l'a fait accuser d'être une calamité.

Bien sûr, elle détruit les bourgeons, broûte l'herbe jusqu'à la racine. Leur cueillette est très éparse ; deux à trois prises sur le même arbre et l'animal passe à un autre arbre. Elles peuvent prélever le feuillage jusqu'à environ deux mètres de hauteur (tabl.1).

- les ovins, dans l'ensemble, s'intéressent aux éléments arborés mais dans une proportion moindre que les caprins (tabl.2).

Ils pâturent aussi bien les arbres non épineux qu'épineux.

- les bovins consomment principalement le pâturage herbacé. Ils ont pratiquement le nez constamment au sol et glanent les graminées et les feuilles sèches.

A mesure qu'on avance dans la saison sèche, par contre, ils ne dédaignent pas les arbres et consomment même des espèces normalement peu appréciées comme *Guiera senegalensis* (tabl.3).

Le stade végétatif est important pour l'appétabilité : les jeunes pousses ou repousses sont très recherchées mais les feuilles sèches sont aussi consommées, du moins en fin de saison sèche.

E. LES ESPECES CONSOMMEES PAR LES DIFFERENTES ESPECES ANIMALES

Les parties consommées sont très variées, ce qui permet aux animaux d'échelonner leur cueillette dans le temps. Certaines espèces à floraisons multiples (*Acacia*) ont un intérêt pastoral réel de même celles qui conservent des feuilles pendant la saison critique (*Bauhinia*, *Balanites*).

On estime que plus de 75% des arbres et arbustes africains sont mangés plus ou moins par les animaux domestiques ou sauvages. Ce sont surtout les chèvres qui consomment le plus (jusqu'à 85 p.100), les zébus et les moutons en consomment respectivement jusqu'à 25 et 50 p.100). Les plus fortes consommations de ligneux sont enregistrées en fin de saison sèche (H.GUERIN et coll., 1984) (tabl.4).

H.GUERIN et coll (1984), ont remarqué que d'une situation à l'autre, le régime varie beaucoup et qu'il sera difficile d'établir une classification unique des espèces en fonction de leur appétabilité et que les choix des animaux sont influencés par la composition du pâturage.

Tableau 1

LISTE DES ESPECES LIGNEUSES APPETEES PAR LES CAPRINS

Espèces ligneuses appréciées par ordre d'importance décrois- sante (pour la zone)	Parties consommées				
	Feuilles fraîches	Feuilles sèches	Fleurs	Fruits	Rameaux
<i>Balanites aegyptiaca</i>	x	x		x	x
<i>Combretum aculeatum</i>	x	x			x
<i>Guiera senegalensis</i>	x	x		x	
<i>Acacia raddiana</i>	x		x	x	
<i>Acacia laeta senegal</i>	x		x	x	
<i>Acacia seyal</i>	x	x	x	x	
<i>Acacia nilotica</i>	x		x	x	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	x	x		x	
<i>Bauhinia rufescens</i>	x	x			
<i>Acacia albida</i>	x				
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	x	x			
<i>Piliostigma reticulatum</i>	x			x	
<i>Pterocarpus lucens</i>	x	x		x	
<i>Grewia bicolor</i>	x	x		x	
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	x				
<i>Feretia apodanthera</i>	x	x			
<i>Maerua crassifolia</i>	x				
<i>Dichrostachys cinerea</i>	x				
<i>Combretum micranthum</i>	x	x		x	
<i>Combretum glutinosum</i>	x	x			

(J.PIOT - J.P. NEBOUT et coll., 1980)

Tableau 2

LISTE DES ESPECES LIGNEUSES APPETEES PAR LES OVINS

Espèces ligneuses appréciées par ordre d'importance dé- croissante	Parties consommées				
	Feuilles fraîches	Feuilles sèches	Fleurs	Fruits	Rameaux
<i>Balanites aegyptiaca</i>	x	x		x	
<i>Combretum aculeatum</i>	x	x			x
<i>Acacia seyal</i>	x	x	x	x	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	x			x	
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	x	x			
<i>Bauhinia rufescens</i>	x			x	
<i>Piliostigma reticulatum</i>	x			x	
<i>Acacia nilotica</i>	x		x	x	
<i>Feretia apodanthera</i>	x	x			
<i>Pterocarpus lucens</i>	x	x			
<i>Grewia bicolor</i>	x	x			
<i>Acacia raddiana</i>	x		x	x	
<i>Dichrostachys cinerea</i>	x				
<i>Guiera senegalensis</i>				x	
<i>Maerua crassifolia</i>	x				

Tableau 3

LISTE DES ESPECES LIGNEUSES APPETEES PAR LES BOVINS

Espèces ligneuses appréciées par ordre d'importance dé- croissante	Parties consommées		
	Feuilles fraîches	Feuilles sèches	Fruits
<i>Combretum aculeatum</i>	x		
<i>Piliostigma reticulatum</i>	x		x
<i>Pterocarpus lucens</i>	x	x	
<i>Grewia bicolor</i>	x	x	
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	x		
<i>Combretum glutinosum</i>	x	x	
<i>Feretia apodanthera</i>	x	x	
<i>Maerua crassifolia</i>	x		
<i>Guiera senegalensis</i>	x	x	x
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	x	x	
<i>Dichrostachys cinerea</i>	x		

Tableau 4

Z = zébus
M = moutons
C = chèvres

	Composition du régime en p.100														
	Du 28 au 30 octobre 82			Du 27 au 29 janvier 83			Du 31 au 3 avril 83			Du 3 au 6 juin 83			Du 20 au 22 août 83		
	Z	M	C	Z	M	C	Z	M	C	Z	M	C	Z	M	C
<u>LIGNEUX</u>	<u>12</u>	<u>15</u>	<u>50</u>	<u>8</u>	<u>33</u>	<u>77</u>	<u>12</u>	<u>38</u>	<u>85</u>	<u>23</u>	<u>50</u>	<u>75</u>	<u>13</u>	<u>2</u>	<u>'34</u>
<i>Acacia macrostachya</i>		+	+												
<i>Acacia raddiana</i>			2			3									2
<i>Acacia senegal</i>			6		1	+			8		1	5			14
<i>Acacia seyal</i>			2		2	8			2		+	1			+
<i>Balanites aegyptiaca</i>		3	11		12	31		14	33	1	8	18			4
<i>Baobab</i>	5	2	4		+	+						+			
<i>Bauhinia rufescens</i>			7		+	2			1						+
<i>Boscia senegalensis</i>	4	3	7	3	5	4	4	3	3	7	7	5	5	+	
<i>Cadaba farinosa</i>		+													
<i>Calotropis procera</i>	2	5	9	2	5	13	1	4	6	+	2	6		+	
<i>Combretum aculeatum</i>						+			1		+	+			
<i>Dalbergia melanoxylon</i>			+												
<i>Feretia apodanthera</i>			1						1						
<i>Grewia bicolor</i>			3		4	7			1		+	3			
<i>Guiera senegalensis</i>		+	+	3	3	5	5	8	11	6	3	6	6	1	4
<i>Maerua angolensis</i>			+												
<i>Sclerocarya birrea</i>			2	+	+	+	2	8	17	9	18	23	2		7
<i>Ziziphus mauritiana</i>								+	1			1			
<i>Commiphora africana</i>															
<i>Leptadenia hastata</i>											+		4	9	7

in : GUERIN H. et coll., 1984 : Composition botanique (en p.100) du fourrage de Vindou Tingoli ingéré au pâturage par les zébus, les moutons et les chèvres dans la parcelle "2" du périmètre pastoral (200 hectares).

IV. LA VALEUR NUTRITIVE DES LIGNEUX

L'intérêt porté à la production ligneuse et à son utilisation par les animaux domestiques est relativement récent. Bien que pendant des siècles les éleveurs traditionnels aient reconnu la valeur du pâturage aérien, les travaux scientifiques qui s'y rapportent en Afrique tropicale ont généralement moins de quinze ans d'âge.

Les diverses parties des espèces fourragères ligneuses ont été analysées chimiquement à divers stades de développement. De nombreuses analyses bromatologiques nous enseignent que le fourrage ligneux et en particulier celui des arbres sahéliens sont beaucoup plus riches en protéines que l'herbe sèche (22% pour les feuilles de *Balanites*, 20% pour celles de *Maerua crassifolia*, 15% pour celles d'*Acacia raddiana* contre 4-5% pour la paille (GILLET, 1980). Lorsque l'on compare les graminées fourragères tropicales aux fourrages ligneux, ces derniers apparaissent plus riches en azote et en éléments minéraux (sauf pour ce qui concerne chez les graminées jeunes) comme l'ont montré ROSE-INNES (1964-1966-1967) et plus tard BOUDET (1975), PIOT (1969), LE HOUEROU (1965-1966-1972-1978-1979).

Le contenu énergétique de la matière sèche de fourrage ligneux est estimé au double de celui des graminées sèches (0,81 UF contre 0,43 UF) (LE HOUEROU, 1980).

La teneur des fourrages ligneux en minéraux est dans l'ensemble suffisante en ce qui concerne le phosphore (0,15% pour un besoin minimum de 0,12%), le magnésium (0,6%) mais elle est un peu trop élevée en Ca (1,7% pour un besoin de 0,2% MS) et en potassium.

Concernant les oligo-éléments, le fer (besoins satisfaisants à 50 ppm) et le cobalt (minimum nécessaire 0,07 ppm) sont toujours en quantité suffisante ; le besoin minimum en manganèse est de 10 ppm et il est toujours couvert sans excès. Les besoins des animaux en zinc et en cuivre sont souvent supérieurs à ce qu'apportent les ligneux. Les autres fourrages, graminées ou légumineuses herbacées pourront cependant contribuer à l'équilibre des aliments minéraux (TOUZEAU, 1973).

De façon générale et bien qu'elle varie avec les espèces végétales, la valeur nutritive des feuilles est un peu supérieure à celle des graminées fourragères ; cela tient à ce qu'elles sont plus riches en matières azotées totales, en extractif non azoté et en cendres, moins riches en cellulose.

La valeur des aliments est liée à leur digestibilité, cependant, on peut tenir pour vraisemblable que la digestibilité diminue quand la teneur en cellulose s'accroît (en Afrique tropicale occidentale, la teneur en cellulose brute a été estimée en moyenne à 18,3%, plus faible par rapport à l'Afrique de l'Est (LE HOUEROU, 1980) mais on est peu renseigné à ce sujet : cependant, quelques essais préliminaires ont été menés au Ghana et au Mali.

En effet, au Ghana d'après MABEY et ROSE-INNES (20-21-22-23-36 37-38-39) la digestibilité apparente de quatre espèces étudiées (à l'aide de bovins locaux du type Shortern Ouest africain) est élevée à :

MS	64%	(53-69)
MO	65	(54-70)
MAT	77	(72-82)
CB	46	(38-59)

D'après les essais conduits en 1978-79 en zone sahélienne par DICKO-TOURE au Mali (non publié), il semblerait que le coefficient d'utilisation digestive de la Matière Sèche pour les feuilles et les gousses de *Acacia albida*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens* et les feuilles de *Ziziphus mauritiana* varierait dans l'intervalle de 49-54%.

Ces deux expérimentations étant conduites sous des climats divers, utilisant des fourrages différents, avec des espèces et des races d'animaux et des méthodes différentes, les chercheurs n'ont pu tirer aucune conclusion sauf que la digestibilité des ligneux devrait faire l'objet prioritaire des recherches en alimentation des ruminants en Afrique de l'Ouest.

Les graminées mûres desséchées pauvres en azote ne peuvent pas assurer l'entretien du bétail sans un complément minimum en azote (selon DEMARQUILLY et WEISS (1970), la teneur en protéine digestible devient nulle lorsque le contenu en protéines brutes s'abaisse de 3,8%, ou moins 0,6% d'azote). Les ligneux peuvent fournir ce complément : en moyenne ils contiennent 25g de protéines digestibles pour 330g de matière sèche.

V. LES LIGNEUX : COMPLEMENT AZOTE

Le sahel est l'une des régions du monde les plus défavorisées. Tous les êtres vivants sont soumis à de dures épreuves. Ils doivent résister à une très longue saison sèche et chaque saison diffère de la précédente et de la suivante par sa longueur.

De nombreux arbres sahéliens apportent une nourriture d'appoint néanmoins essentielle au bétail à une époque où il ne dispose que de résidus pailleux à teneur élevée en cellulose et très pauvre en matières azotées digestibles.

De nombreuses espèces arbustives ont été reconnues comme étant importantes en tant que fourrage vert pendant les périodes de disponible fourrager réduit en quantité et de faible valeur alimentaire.

En saison sèche, les animaux apparaissent carencés de toute façon en matière azotée. Ils doivent puiser sur leurs propres réserves, ce qui entraîne leur amaigrissement. L'apport de 25% de la ration en fourrage arbustif contenant 11,5 à 12% de MAT/ kg de MS suffirait à satisfaire les besoins d'entretien des animaux (B. TOUTAIN, J. PIOT et coll., 1980).

Les jeunes feuilles apportent généralement près de 150g de matières azotées digestibles par kg de MS.

L'approvisionnement des animaux en fourrage vert pendant les périodes où les graminées et les herbes ont une valeur nutritive peu élevée est un des avantages majeurs que présentent les arbustes.

En effet, une expérience faite au ranch de Niono (HIERNAUX 1978) a permis de vérifier que les chèvres pouvaient se contenter d'une alimentation uniquement composée de feuilles d'arbres et même d'une seule essence, en l'occurrence, *Acacia seyal* d'une part et *Pterocarpus lucens* d'autre part.

Les pâturages sahéliens sont souvent abondants mais leur utilisation peut être limitée par le manque d'eau ; ils sont généralement constitués en saison sèche d'herbes de faible valeur nutritive en raison d'une faible teneur en protéines qui agit comme facteur limitant de la digestibilité des fourrages consommés et de l'ingestibilité volontaire de la matière sèche.

De nombreuses expériences ont montré qu'un supplément de matières azotées digestibles améliorerait de façon nette la digestibilité des fourrages grossiers et augmentait le niveau d'ingestion volontaire, permettant ainsi de réduire de façon notable les pertes de poids des animaux et même de couvrir dans certains cas les besoins d'entretien.

Sur pâturage sahélien en saison sèche, le déficit alimentaire quotidien de l'U.B.T. est de l'ordre de 130g de MAD (RIVIERE, 1978).

CONCLUSION

Les ressources en fourrages ligneux sahéliens et sahélo-soudaniens sont abondantes. Elles sont présentes en particulier pendant les périodes les plus difficiles de l'affouragement, c'est-à-dire en fin de saison sèche.

Les recherches scientifiques sur ces ligneux sont récentes. On ne connaît donc pas la place exacte que tient le fourrage ligneux dans l'alimentation des animaux mais ne semblent pas constituer la base de la nourriture. C'est seulement un appoint riche notamment en matières azotées. Ils semblent tenir une place non négligeable et les bergers même en sont conscients.

En considérant le rôle que jouent les arbres et arbustes dans l'élevage sahélien et sahélo-soudanien d'aujourd'hui, on se rend compte du fait que très souvent la biomasse totale produite en hivernage est de moindre intérêt direct (pendant l'hivernage, le tapis herbacé suffit). Beaucoup plus intéressantes sont les feuilles encore vertes et fruits en saison sèche.

A côté de la valeur assez élevée en matières azotées des fourrages ligneux, des études analytiques beaucoup plus approfondies devront être

menées, d'une part au niveau de ces fourrages car d'aucuns parlent de la présence de tanins, dans les feuilles de beaucoup d'espèces ligneuses, qui limiterait leur utilisation (DIAGAYETE, 1980), d'autres n'en parlent pas ; d'autre part, des tests de digestibilité in vivo (sur les animaux) afin de voir la vraie valeur nutritive et par conséquent la place exacte des ligneux dans l'alimentation des ruminants.

MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL

Les fourrages ligneux, venus d'un pays sahélien de l'Afrique tropicale occidentale, le Sénégal, constituent le matériel utilisé dans cette étude.

Les analyses chimiques et enzymatiques ont été effectuées sur 31 échantillons de ligneux dont 14 espèces :

Ce sont :

- Famille des légumineuses :
 - Sous-famille *Fabaceae* : *Pterocarpus lucens*
 - Sous-famille *Mimosaceae* : *Acacia adansonii*
Acacia albida
Acacia senegal
Acacia seyal

 - Sous-famille *Caesalpiniaceae* : *Copaïfera copalifera*
Bauhinia rufescens

- Familles *Asclepiadaceae* : *Calotropis procera*
Simaroubaceae : *Balanites aegyptiaca*
Rhamnaceae : *Ziziphus mauritiana*
Bombacaceae : *Adansonia digitata*
Anacardiaceae : *Sclerocarya birrea*
Combretaceae : *Combretum glutinosum*
Guiera senegalensis
Capparidaceae : *Boscia senegalensis*
Rubiaceae : *Feretia apodanthera*
Tiliaceae : *Grewia bicolor*

Les échantillons étudiés sont représentatifs des différentes parties aériennes de la plante : écorce, feuilles, fleurs, fruits.

Vu l'importance de ces ligneux pendant les différentes saisons, des récoltes de feuilles vertes ont été faites suivant les deux saisons : pluvieuse et sèche.

Des feuilles séchées au sol ou sèches ont été aussi introduites.

Nous avons ainsi :

- Ecorce de :
Calotropis procera

- Feuilles vertes (saison sèche) de :
Acacia adansonii, Acacia seyal, Balanites aegyptiaca, Bauhinia rufescens, Boscia senegalensis, Calotropis procera, Combretum glutinosum, Feretia apodanthera, Guiera senegalensis, Grewia bicolor, Sclerocarya birrea
- Feuilles vertes (saison pluvieuse) de :
Acacia seyal, Adansonia digitata, Balanites aegyptiaca, Boscia senegalensis, Combretum glutinosum, Guiera senegalensis, Pterocarpus procera, Ziziphus mauritiana
- Fleurs de :
Calotropis procera
- Fruits (gousses) de :
Acacia senegal, Acacia seyal, Adansonia digitata, Bauhinia rufescens, Boscia senegalensis
- Feuilles séchées au sol de :
Boscia senegalensis, Combretum glutinosum, Guiera senegalensis

II. METHODES

A. METHODES D'ANALYSE CHIMIQUE

Les méthodes appliquées sont celles de l'association française de normalisation (A.F.N.O.R.) et du bureau interprofessionnel d'études analytiques (B.I.P.E.A.).

1. La cellulose brute dite de Weende

Le principe est le suivant : l'échantillon éventuellement dégraissé est traité successivement par des solutions bouillantes d'Acide Sulfurique (0,26 N) et d'Hydroxyde de potassium (0,23 N). Le résidu récupéré par filtration sur amiante, lavé, séché à l'étuve puis pesé, correspond à la cellulose brute. Le résidu est ensuite calciné à 550°C ; les cendres déduites de ce résidu permettent d'obtenir la "cellulose brute de Weende".

2. Analyses de Van Soest

2.1 - Les parois totales ou NDF (neutral detergent fiber)

L'échantillon est traité par une solution de détergent neutre portée à ébullition pendant 1 heure. Le résidu est récupéré par filtration sur creuset en verre fritté de porosité 2 préalablement taré, rincé à l'eau chaude puis à l'acétone et séché à l'étuve durant une nuit à 103°C;

Le résidu sec obtenu correspond au NDF ou parois totales plus les cendres. Le résidu est calciné ; les cendres sont déduites de ce résidu, ce qui permet d'obtenir la NDF".

2.2. ADF ou lignocellulose (Acid detergent fiber)

L'échantillon est traité par une solution de détergent acide porté à ébullition pendant 1 heure. Le résidu est recueilli dans un bûchner sur papier filtre préalablement pesé et bien rincé à l'eau chaude puis séché à l'étuve une nuit. Le résidu sec correspond à l'ADF plus les cendres. Celles-ci sont obtenues par calcination et sont déduites du poids du résidu pour obtenir l' "ADF".

2.3. La lignine

L'échantillon est traité par la solution de détergent acide (comme pour la détermination de l'ADF). La prise d'essai est portée à ébullition pendant une heure puis passée sur 1 filtre de porosité 2 afin de récupérer le résidu (lignocellulose) sur lequel on va agir de l' H_2SO_4 concentré à 72% pendant 3 heures en ajoutant si nécessaire à chaque heure de l'acide.

Le résidu obtenu après filtration constitue la lignine brute. Comme précédemment, le résidu est calciné : leur poids (cendres) est soustrait à celui du résidu pour obtenir la lignine.

B. DETERMINATION DE L'AZOTE

1. L'azote total

Le principe est le suivant : l'échantillon est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence de catalyseur (K_2SO_4/HgO dans le rapport 10/1). Le minéralisat est alcalinisé par une solution de soude (40%). L'ammoniac libéré est entraîné par distillation et recueilli dans un excès d'acide borique, puis titré par retour par l'acide sulfurique 0,1 N. Ainsi, la quantité d'azote total est déterminée selon Kjeldahl.

2. L'azote dans l'ADF

L'ADF obtenu au 2.2 est minéralisé puis distillé par la méthode de Kjeldahl.

Quelques-uns des papiers filtre qui sont utilisés pendant la filtration pour récupérer les résidus ont été minéralisés à part pour pouvoir doser l'azote et avoir ainsi la quantité d'azote nette de l'ADF :

$$N_{ADF} = N_{\text{filtre} + ADF} - N_{\text{filtre}}$$

3. L'azote soluble

L'échantillon est traité par une solution de salive artificielle (50 ml) dont le pH est ajusté à 6,9 en y barbotant du CO_2 . On laisse agiter 1 heure puis on centrifuge 15 minutes. Le filtrat est ensuite recueilli dans une fiole de 100 ml. On reprend l'opération sur le même résidu (40 ml), le filtrat est encore récupéré dans la même fiole que l'on ajuste avec la même solution (salive artificielle).

Le filtrat ainsi récupéré est minéralisé puis distillé pour la détermination de l'azote selon Kjeldahl.

4. La digestibilité pepsique

La méthode permet de déterminer la fraction de protéines brutes solubilisées par la pepsine (0,02% P/V) et l'acide chlorhydrique 0,075 N dans les conditions déterminées : l'échantillon est soumis à un traitement de 48 heures à 40°C à l'étuve ou au bain-marie par une solution chlorhydrique de pepsine (450 ml) dans une fiole de 500 ml. Après les 48 heures, on ajoute dans chaque fiole de l'acide chlorhydrique de densité 1,125 (15 ml) puis on complète avec de l'eau déminéralisée.

La suspension est filtrée et la teneur en azote du filtrat est déterminée après minéralisation par un dosage colorimétrique.

Pendant toute la durée de l'incubation, les échantillons seront agités 3 fois (8h - 24h - 32h).

C. METHODES DE MESURE DE DIGESTIBILITE "IN VITRO"

Lorsqu'un animal ingère un aliment quelconque, une partie seulement est transformée par la digestion en produits assimilables par le sang. Le reste, soit inattaquable, soit inattaqué par les sucs digestifs et les microbes, est rejeté sous forme de fécès.

La digestibilité des fourrages varie selon l'espèce végétale et pour une même espèce donnée, selon le stade de végétation, l'âge..

Il existe plusieurs types de méthodes de détermination de la digestibilité :

- la méthode in vivo
- les méthodes de laboratoire : chimique
physique
microbiologique
enzymatique

Notre étude ici ne consiste pas à faire une étude comparée de ces différentes méthodes mais seulement d'adopter une méthode simple, précise et peu onéreuse.

1. Justification du choix

Parmi les différentes méthodes de laboratoire existantes (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1981), il apparaît que les méthodes microbiologiques mettant en oeuvre les microbes du rumen sont incontestablement les plus précises mais elles sont hors de portée des laboratoires de routine puisqu'elles nécessitent l'entretien d'animaux porteurs de fistules du rumen.

Pour cette raison, nous avons adopté une méthode de laboratoire : méthode enzymatique (J.AUFRERE) qui ne nécessite pas d'animaux fistulés mais permet de prévoir la digestibilité des fourrages disponibles avec une précision satisfaisante et au coût le plus faible possible.

2. Digestibilité in vitro : une méthode enzymatique

La méthode utilisée est celle de J.AUFRERE (1982). Elle comprend deux étapes :

- Prétraitement à la pepsine :

Les traitements ont lieu dans des creusets de 90 ml (hauteur 12,5 cm, diamètre intérieur 3 cm) muni d'un filtre en verre fritté de porosité 2.

Un prétraitement de 24 heures au bain-marie à 40° avec 0,2% de pepsine dans l'acide chlorhydrique 1 N permet une attaque plus facile par la cellulase.

(0,5 g d'échantillon de ligneux broyé à la grille de 1 mm est attaqué par 50 ml d'HCl-pepsine).

Après 24 heures d'incubation, on filtre le contenu en prenant soin de rincer abondamment à l'eau déminéralisée chaude afin de supprimer l'acidité et faire disparaître tous les éléments dissouts.

- Traitement cellulasique :

Après filtration et rinçage à l'eau chaude déminéralisée, le résidu est attaqué par une solution cellulasique pendant 24 heures à 40°C au bain-marie.

La cellulase (100 mg/100 ml) est dissoute dans une solution tampon d'acétate de sodium 0,05 M et d'acide acétique servant ainsi à ramener le pH de la solution à 4,6.

Après cette deuxième incubation (24h), on ajoute 1 ml d'acide acétique dans chaque creuset pour ainsi arrêter toute activité enzymatique et réduire les différences dues au fait que les échantillons ne seront pas filtrés ensemble.

Après filtration et rinçage (comme précédemment), les creusets sont mis à l'étuve à 103°C pendant une nuit puis pesés.

Le résidu sec représente alors l'indigestible à la pepsine-cellulase et la digestibilité par la pepsine-cellulase sera le pourcentage de Matière Sèche solubilisée par l'ensemble des deux traitements donc le pourcentage digestible :

$$\frac{\text{Poids de l'échantillon sec} - \text{Poids résidu sec}}{\text{Poids de l'échantillon sec}}$$

Le résidu sec (après l'étuve) est ensuite incinéré à 520°C pendant 8 heures afin d'obtenir la matière organique;

$$\text{Matière organique} = \text{Matière sèche} - \text{cendres}$$

Les creusets sont de nouveau pesés : ce qui correspond aux matières minérales (cendres). Le pourcentage digestible de la matière organique sera :

$$\frac{\text{Poids matière organique de l'échantillon} - \text{résidu organique}}{\text{Poids matière organique de l'échantillon}}$$

Toutes les déterminations ont été effectuées en triple exemplaire et un fourrage témoin est introduit dans chaque série, ce qui nous permettra d'estimer les différences entre les séries.

Cellulase choisie : *Trichoderma viride* : Cellulase onozuka R₁₀ (Yerkult Biochemical CLTD Japon).

RESULTATS ET DISCUSSION

I. RESULTATS

D'après les résultats de la S.MS nous constatons déjà un groupe d'échantillons qui a une valeur très élevée par rapport aux autres si bien qu'on a été obligé de considérer deux lots différents :

1er lot : *Adansonia digitata* (fruits) : 78,57 %
Calotropis procera (feuilles vertes) : 79,69 %
(feuilles sèches au sol) : 83,64 %
(fleurs) : 89,38 %

2ème lot : regroupera tous les autres échantillons.

Nous ne pouvons pas nous permettre de tracer une droite de régression par espèce comme on a l'habitude de faire dans l'étude des fourrages herbacés car le nombre de nos échantillons n'est pas assez important.

Nous nous contenterons de tracer des droites qui nous donneront une régression de tous les ligneux étudiés ici. Une étude par espèce serait possible dans des années à venir.

A. COMPOSITION CHIMIQUE

Le tableau p. 37 nous indique la composition chimique des 31 échantillons dont 14 espèces et les résultats des tests enzymatiques sauf dans les cas où nous ne disposions plus de stock d'échantillons.

B. RELATIONS ENTRE LA SOLUBILITE DE LA M.S. EN PEPSINE CELLULASE ET COMPOSITION DES LIGNEUX

1. S.MS et S.MO

Cette étude nous indique qu'il y a une très bonne corrélation positive entre la MS et la MO (figure n°1).

Sur les 31 échantillons :

- 3 ont une solubilité comprise entre 24,38 et 31,67 %
- 7 comprise entre 41 et 49%
- 15 entre 50 et 60%
- 6 entre 74 et 89%

2. S.MS et constituants pariétaux

D'une manière générale (comme pour les fourrages herbacés) nous trouvons une corrélation négative entre la S.MS et l'ensemble des constituants pariétaux ou N.D.F. (figure n°2).

Le N.D.F. étant constitué par l'ensemble des fibres pariétales ne nous indique pas au fait la part de chaque élément fibreux dans la solubilité de M.S.

Pour cela nous avons essayé de voir la relation existant entre ces deux paramètres d'une part et d'autre part entre la S.MS et la C.B.

2.1 - Relation entre S.MS et la lignine

En tenant compte de tous les échantillons : 1er lot et 2ème lot, nous trouvons entre la S.MS et la lignine :

$$y = -1,41x + 72,17 \qquad y = \text{S.MS} \qquad x = \text{lignine}$$

$$r = -0,64$$

$$n = 27$$

Nous distinguons ainsi les deux nuages sur la figure n°3.

En faisant abstraction du 1er nuage, nous trouvons une corrélation entre plus forte (figure n°4) :

$$y = -1,03x + 62,55$$

$$r = -0,78$$

$$n = 22$$

Ainsi durant toute notre étude entre la relation qui lie la S.MS et les constituants pariétaux, nous ne tiendrons compte que du 2e lot.

2.2 - Relation entre S.MS et la C.B.

Nous remarquons qu'avec la C.B. nous avons (figure n°5) :

$$y = -0,41x + 58,05 \qquad y = \text{S.MS} \qquad x = \text{CB}$$

$$r = -0,35$$

$$n = 25$$

A même teneur en CB nous observons des variations de S.MS pour une même espèce.

La cellulose brute dite de Weende étant un résidu cellulosique composé essentiellement de cellulose 70-90%, accompagnée de lignine 5-10% d'hémicellulose 5-10% et de matières azotées 1-3% pour les herbacées (R.JARRIGE 1979) on pourrait penser qu'une forte teneur en lignine se cacherait derrière cette C.B. nous indiquant ainsi les valeurs élevées de C.B.

2.3 - Relation entre S.MS et A.D.F.

La figure 6 nous indique :

$$y = -0,76x + 72,82 \quad y = \text{S.MS} \quad x = \text{A.D.F.}$$

$$r = -0,75$$

$$n = 22$$

Pour toutes les espèces étudiées, la teneur en A.D.F. se situe entre 14,71 et 48,50% MS et 57,63% pour l'écorce du *Calotropis procera*.

C. RELATION ENTRE LA S.MS ET L'AZOTE DANS L'A.D.F.

L'azote dans l'A.D.F. est la quantité d'azote qui reste piégée dans les constituants pariétaux le rendant inaccessible.

En traçant une droite de régression (figure n°7) nous trouvons :

$$y = -0,58x + 55,88 \quad y = \text{S.MS} \quad X = \text{azote dans l'A.D.F.}$$

$$r = -0,83$$

$$n = 23$$

On a ainsi une forte corrélation négative. N'ayant pas fait une étude par espèce, nous nous sommes contentés de regrouper les échantillons qui ont des valeurs proches ; ainsi nous avons :

- 13 dont la teneur est comprise entre 4,35 et 9,86% N total
- 9 entre 11,49 et 20,38%
- 5 entre 21,47 et 41,75%

D. RELATION ENTRE LA S.MO ET DIGESTIBILITE PEPSIQUE

La digestibilité pepsique nous indique la proportion des matières azotées susceptibles d'être dégradée. Cela en fait peut être une indication à savoir la fragilité de la protéine. La quantité de matières azotées digérée dans l'organisme est supposée alors être inférieure ou égale à la quantité dégradée ici par la pepsine.

Cet essai nous a fourni des valeurs de digestibilité de 14,56 à 95,75% dont :

- 5 échantillons compris entre 14,56 à 45,30%
- 18 entre 51,67 à 95,75%

Cette étude nous révèle une relation étroite entre la S.MO "in vitro" et la digestibilité pepsique (figure n°8).

$$y = 32,64x^{10-2}$$

$$r = 0,82 \quad r^2 = 0,67$$

$$n = 23$$

E. RELATION ENTRE LA DIGESTIBILITE PEPSIQUE ET L'AZOTE SOLUBLE

Une protéine est d'autant plus dégradée et remaniée dans la panse qu'elle est soluble, la teneur en protéine brute est donc insuffisante pour prédire la proportion de protéines dégradées (Cours SAUVANT 1983-1984).

Alors la méthode de dosage de la solubilité proposée par Mme DURAND 1977 nous permettra d'apprécier la proportion de protéines solubilisées (figure n°9).

$$y = 0,90x + 37,71 \quad y = \text{digestibilité pepsique}$$

$$r = +0,71 \quad x = \text{azote soluble}$$

$$n = 23$$

Le contenu cellulaire d'un fourrage est surtout constitué de matières azotées, des glucides et très peu de lipide. Donc plus les matières azotées sont solubles plus elles seront dégradées.

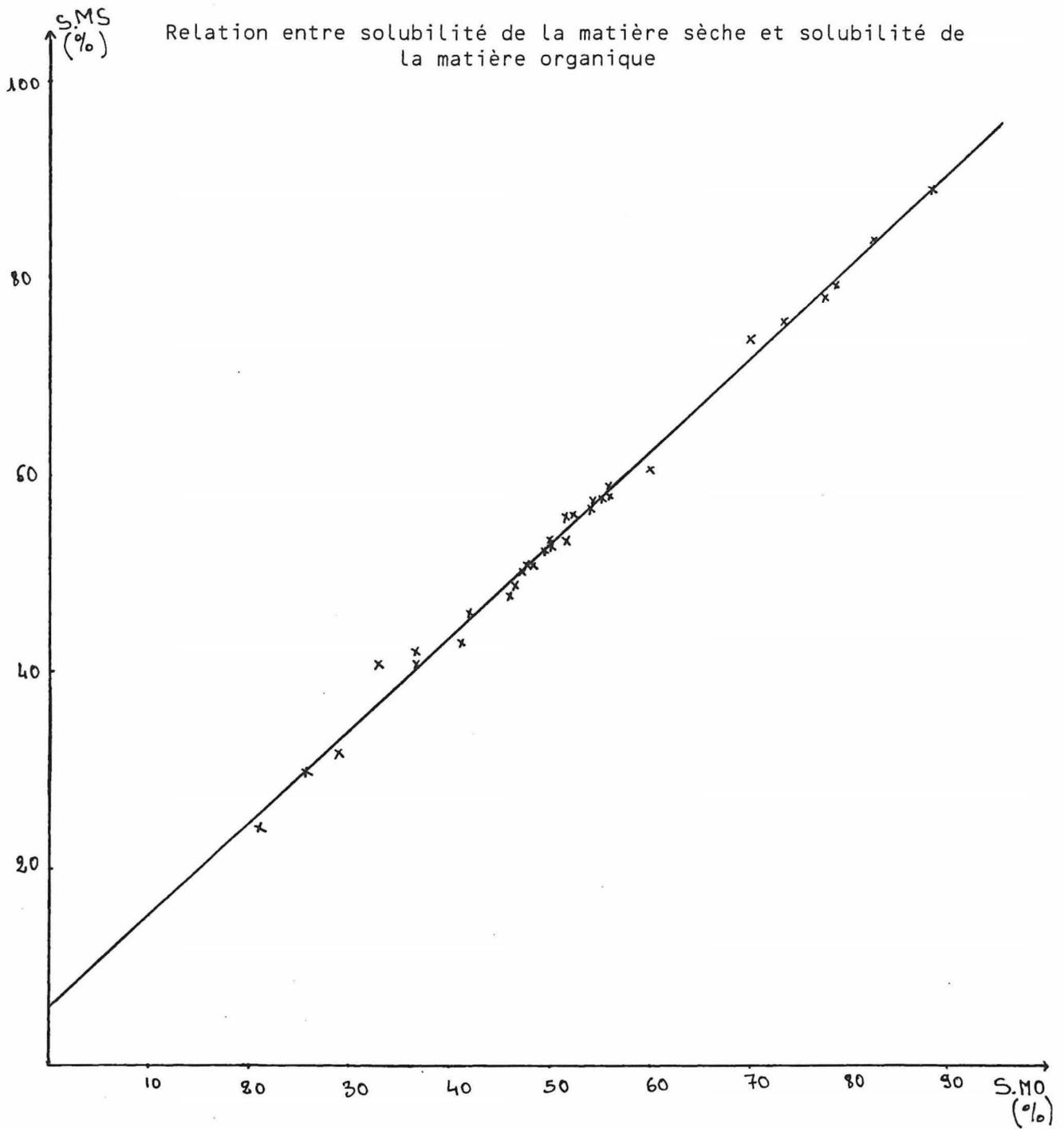


Figure n° 1

$n = 31$
 $r = 0,99$
 $y = + 0,94x + 5,89$
 $y = \text{S.MS} \quad x = \text{S.MO}$

Relation entre solubilité de la matière sèche et le N.D.F.

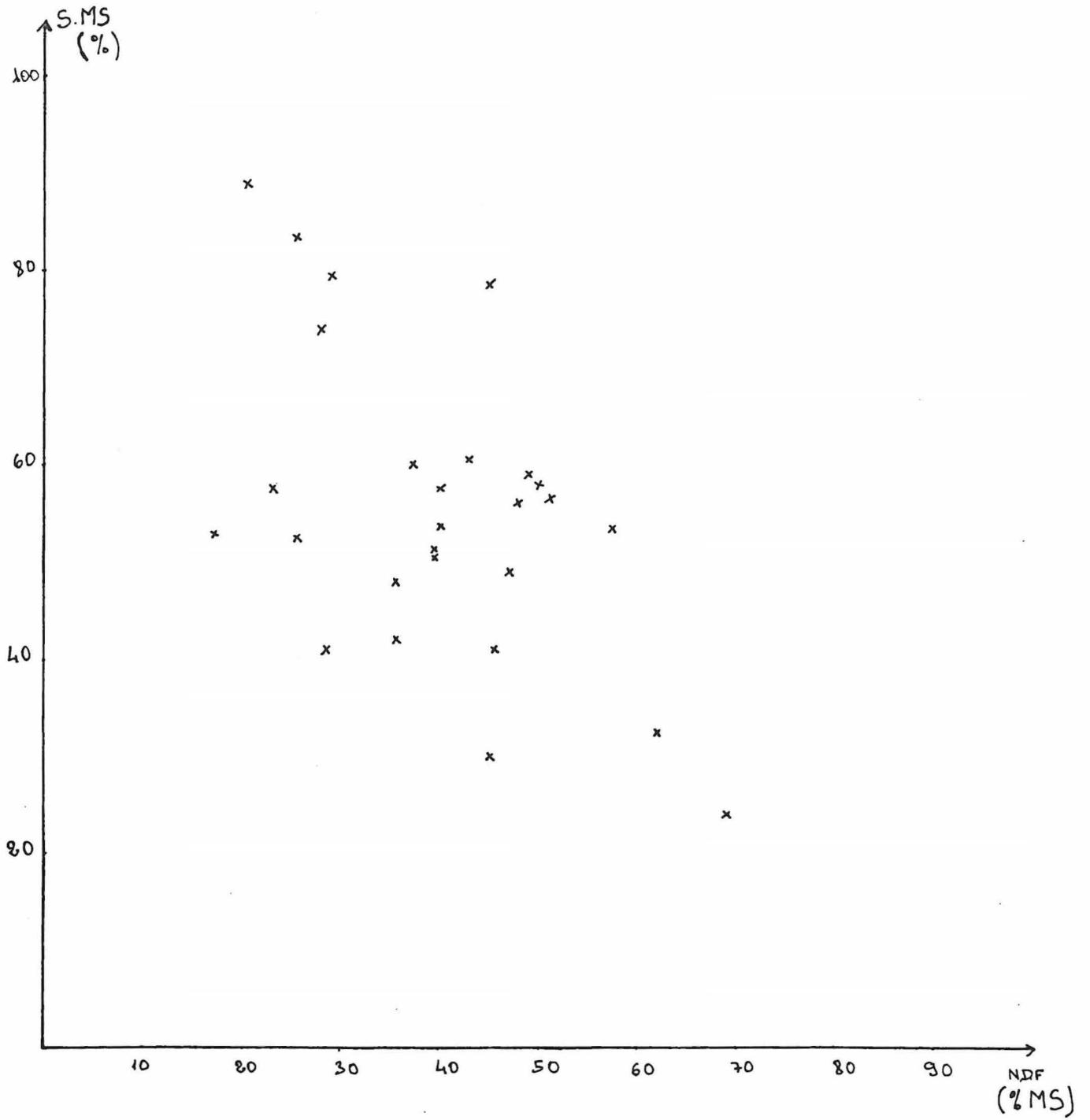


Figure n° 2

Relation entre la solubilité de la matière sèche et le
taux de lignine (1er lot + 2ème lot)

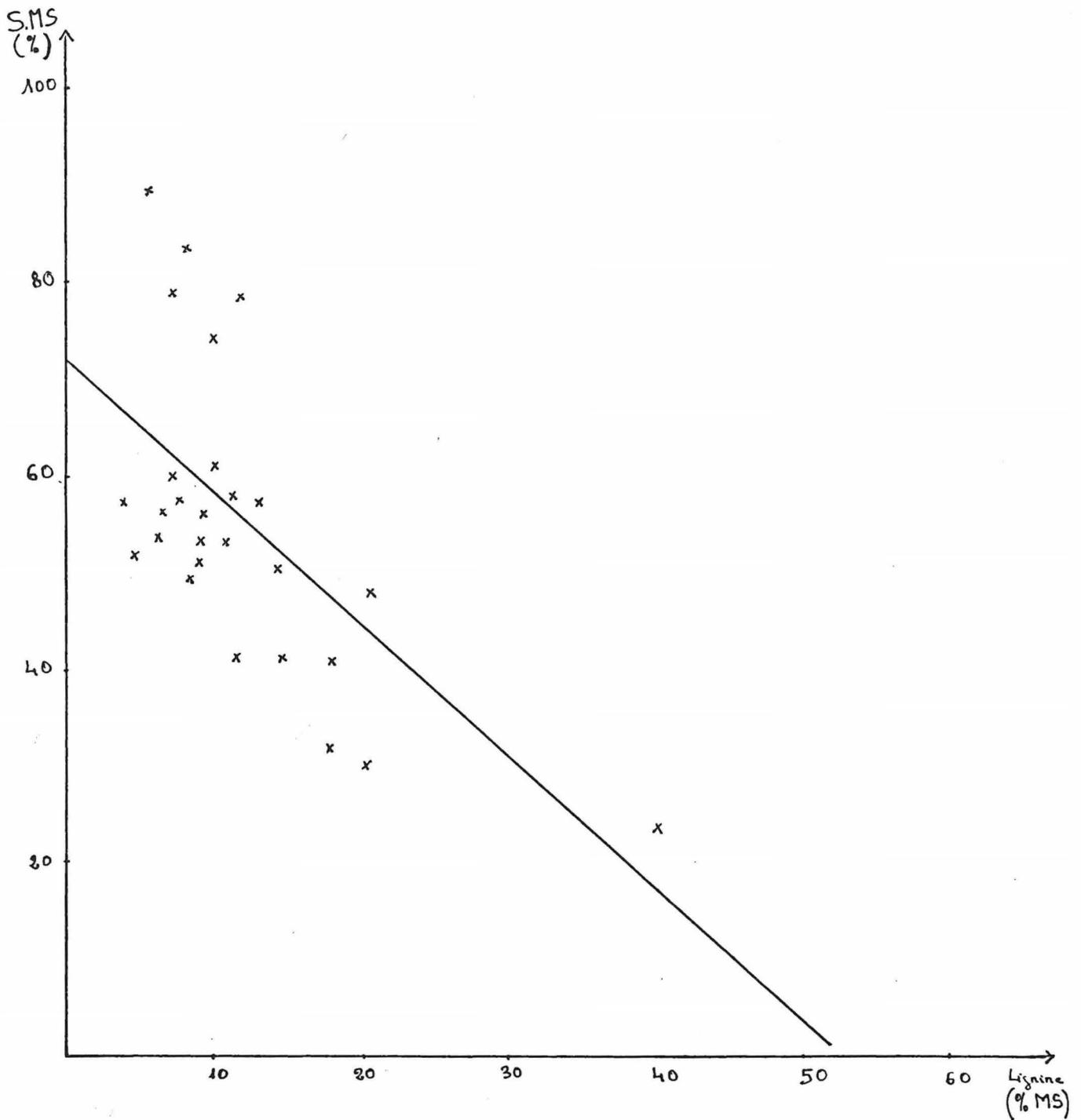


Figure n° 3

$$r = -0,64$$

$$n = 27$$

$$y = -1,41 x_1 + 72,17$$

$$y = \text{S.M.S} \quad x_1 = \text{lignine}$$

Relation entre la solubilité de la matière sèche et le taux
de lignine

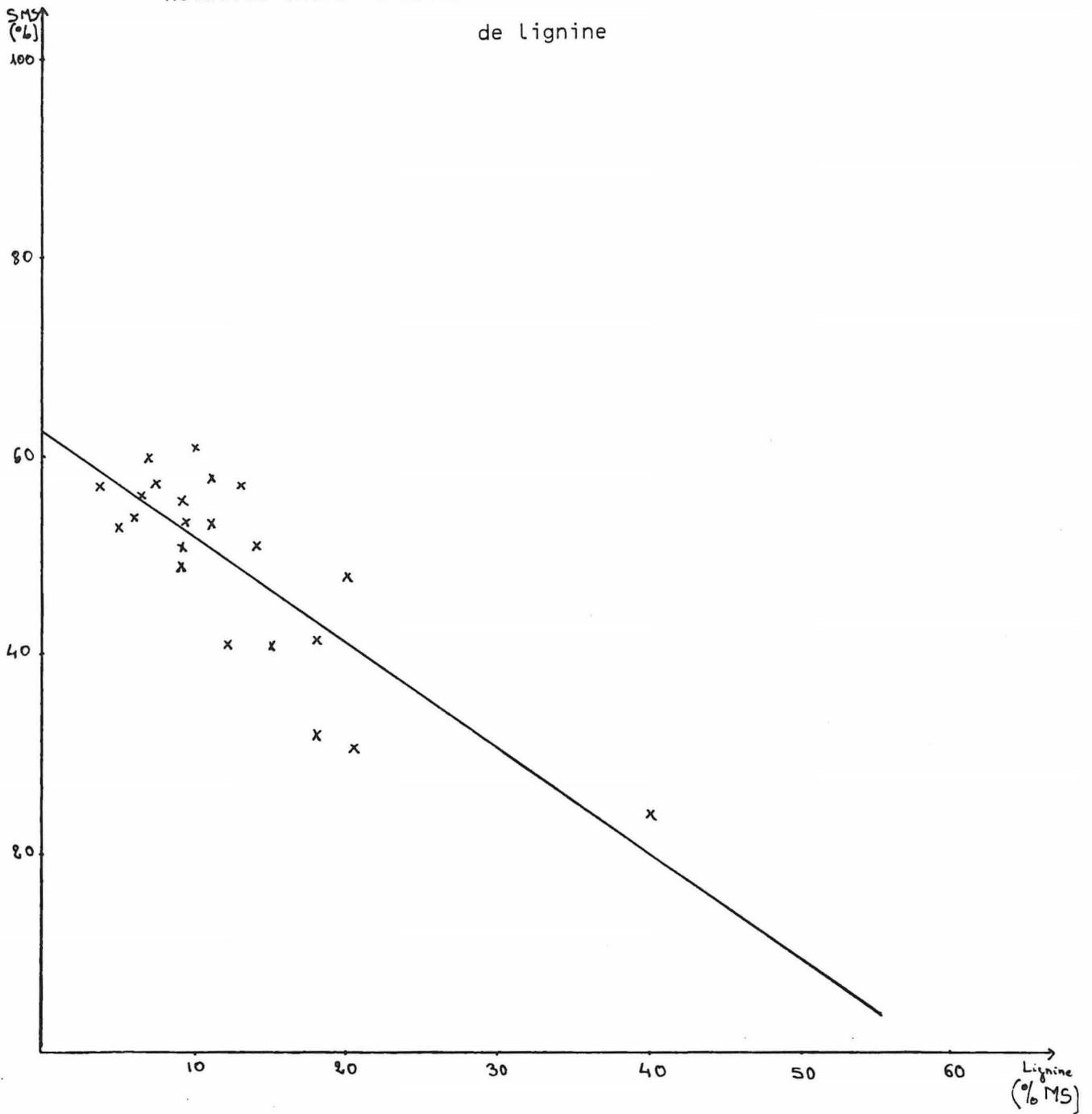


Figure n° 4

$$n = 22$$

$$r = -0,78$$

$$y = -1,03x_1 + 62,55$$

$$y = \text{S.M.S} \quad x_1 = \text{lignine}$$

Relation entre la solubilité de la matière sèche et le
taux de CB

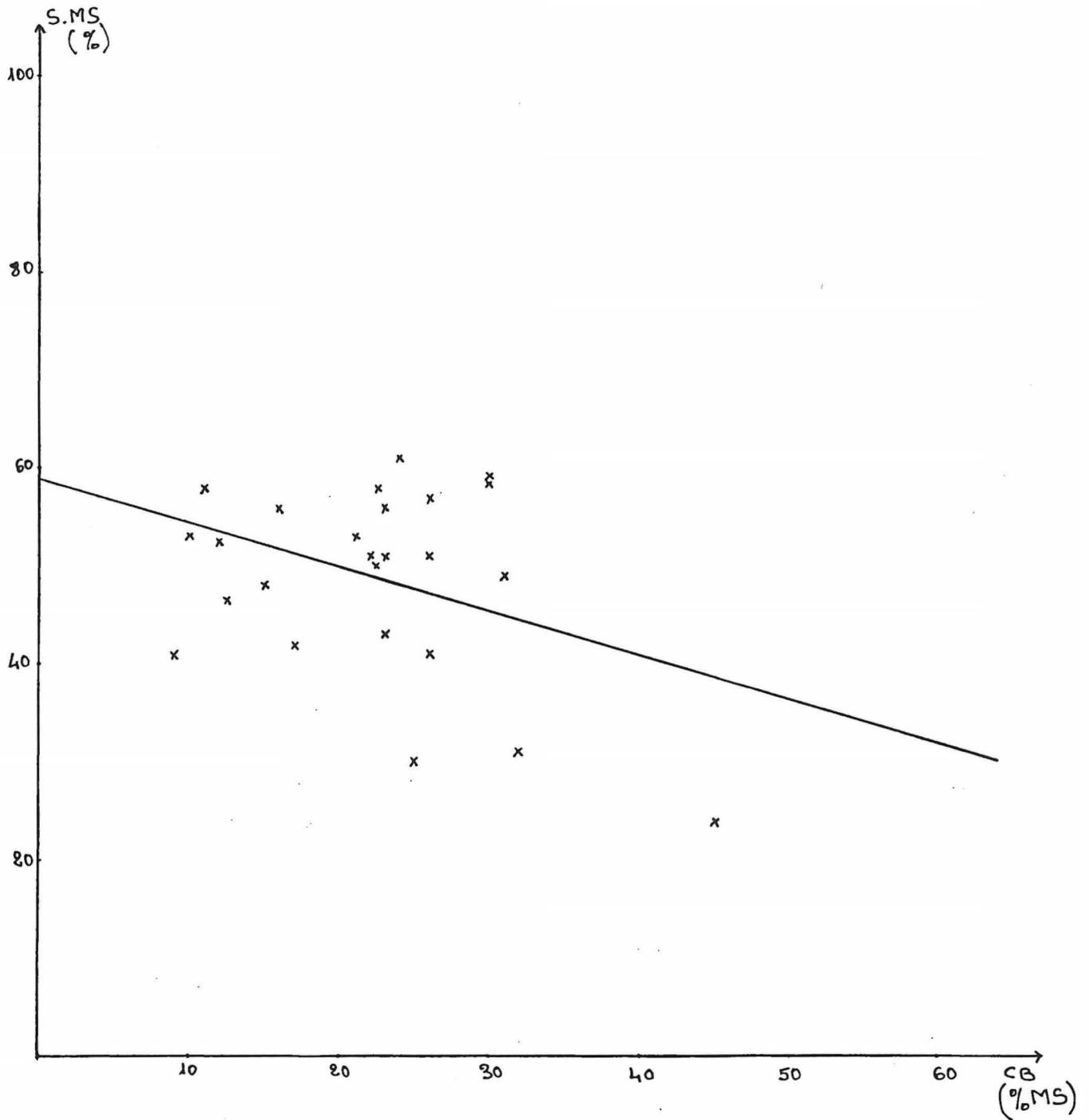


Figure n° 5

$$n = 25$$

$$r = -0,35$$

$$y = -0,41 x_2 + 58,05$$

$$y = \text{S.MS} \quad x_2 = \text{CB}$$

Relation entre la solubilité de la matière sèche et le
taux d'A.D.F.

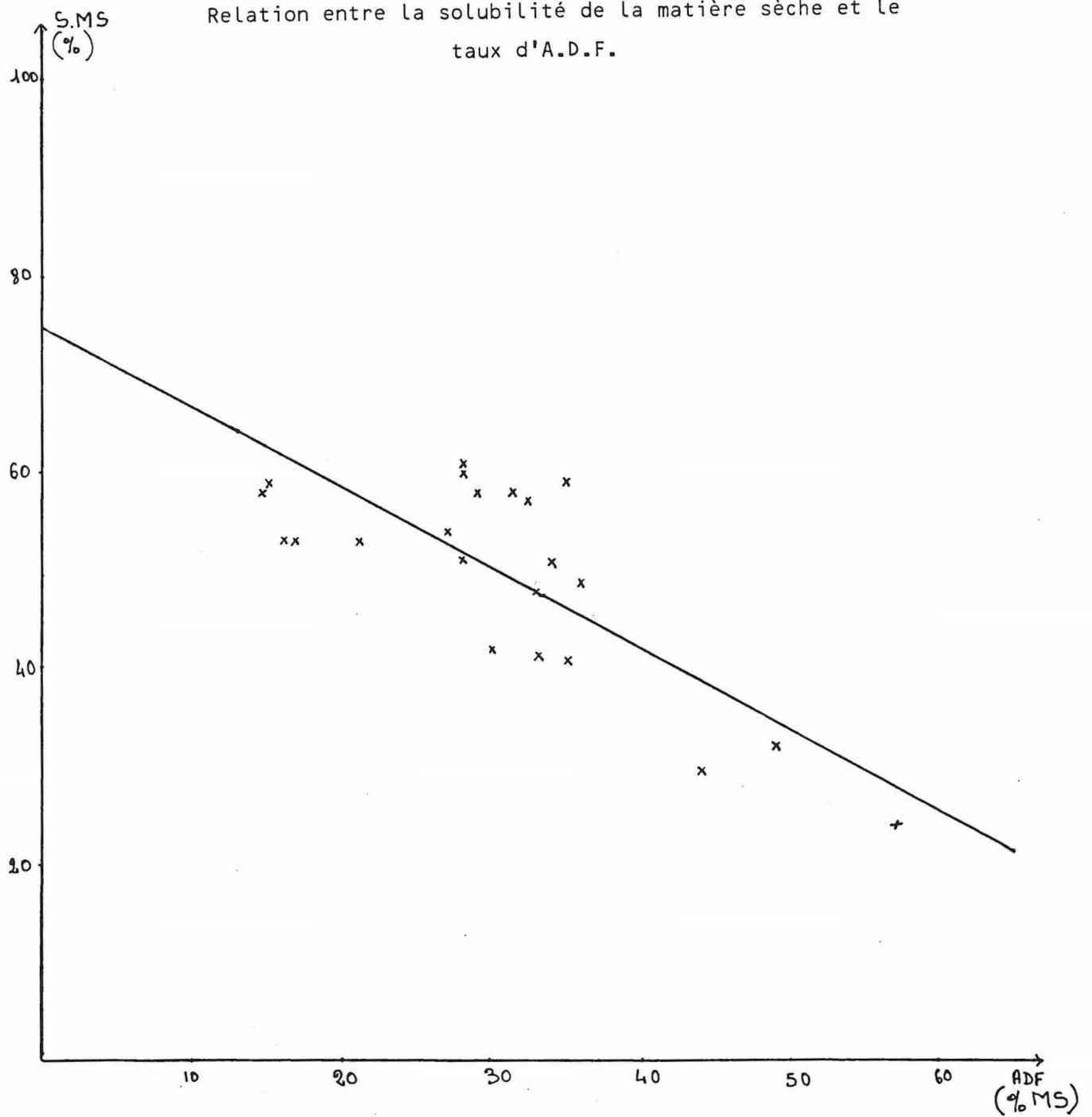


Figure n° 6

$$n = 22$$

$$r = -0,75$$

$$y = -0,76 x_3 + 72.88$$

$$y = \text{S.M.S}$$

$$x_3 = \text{A.D.F.}$$

Relation entre solubilité de la matière organique et le
taux d'azote dans l'A.D.F. (N/ADF)

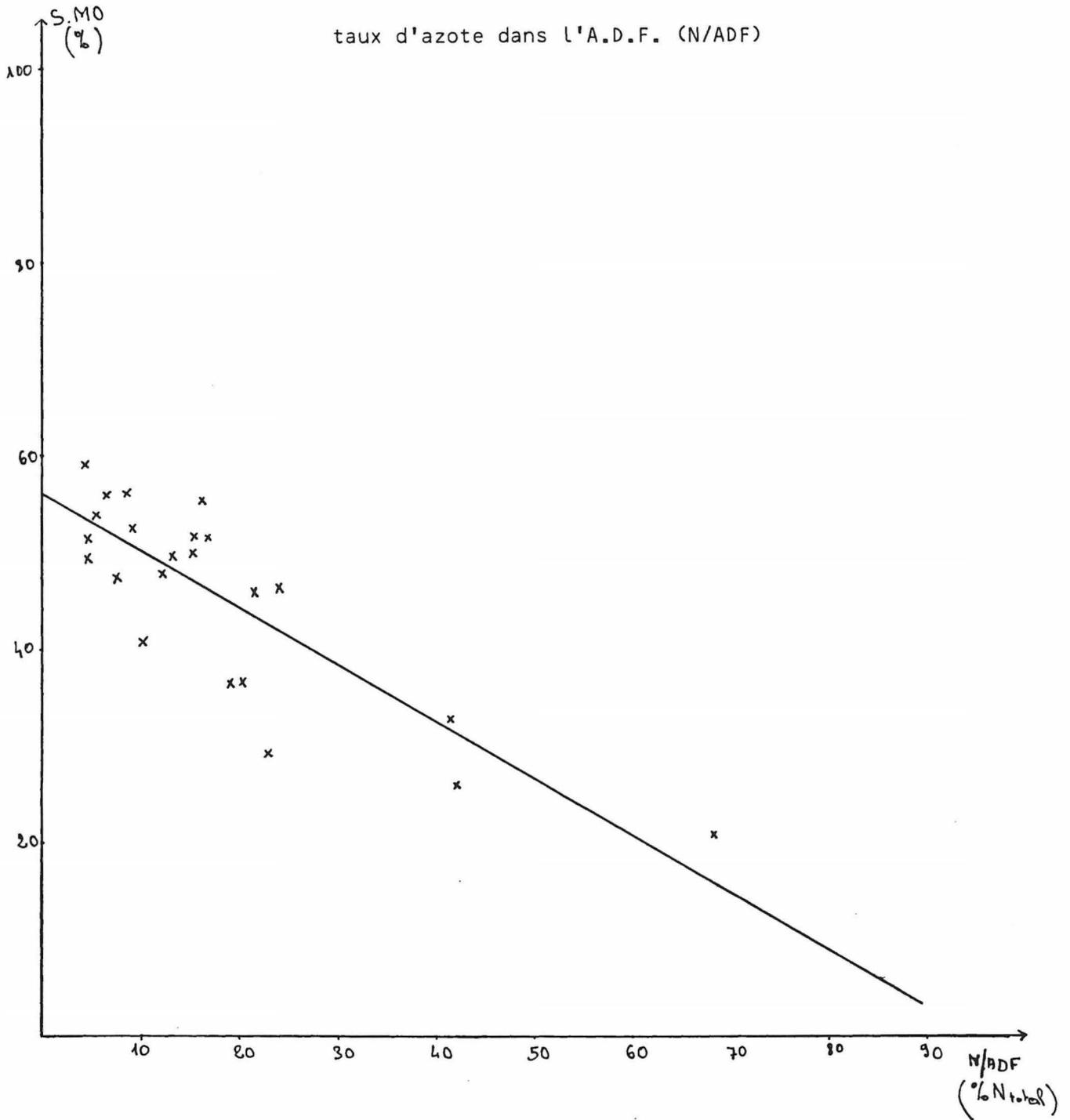


Figure n° 7

$$n = 23$$

$$r = -0,83$$

$$y = -0,58x_4 + 55,88$$

$$y = \text{S.M.O} \quad x_4 = \text{N dans l'A.D.F.}$$

Relation entre la S.MO et la digestibilité pepsique

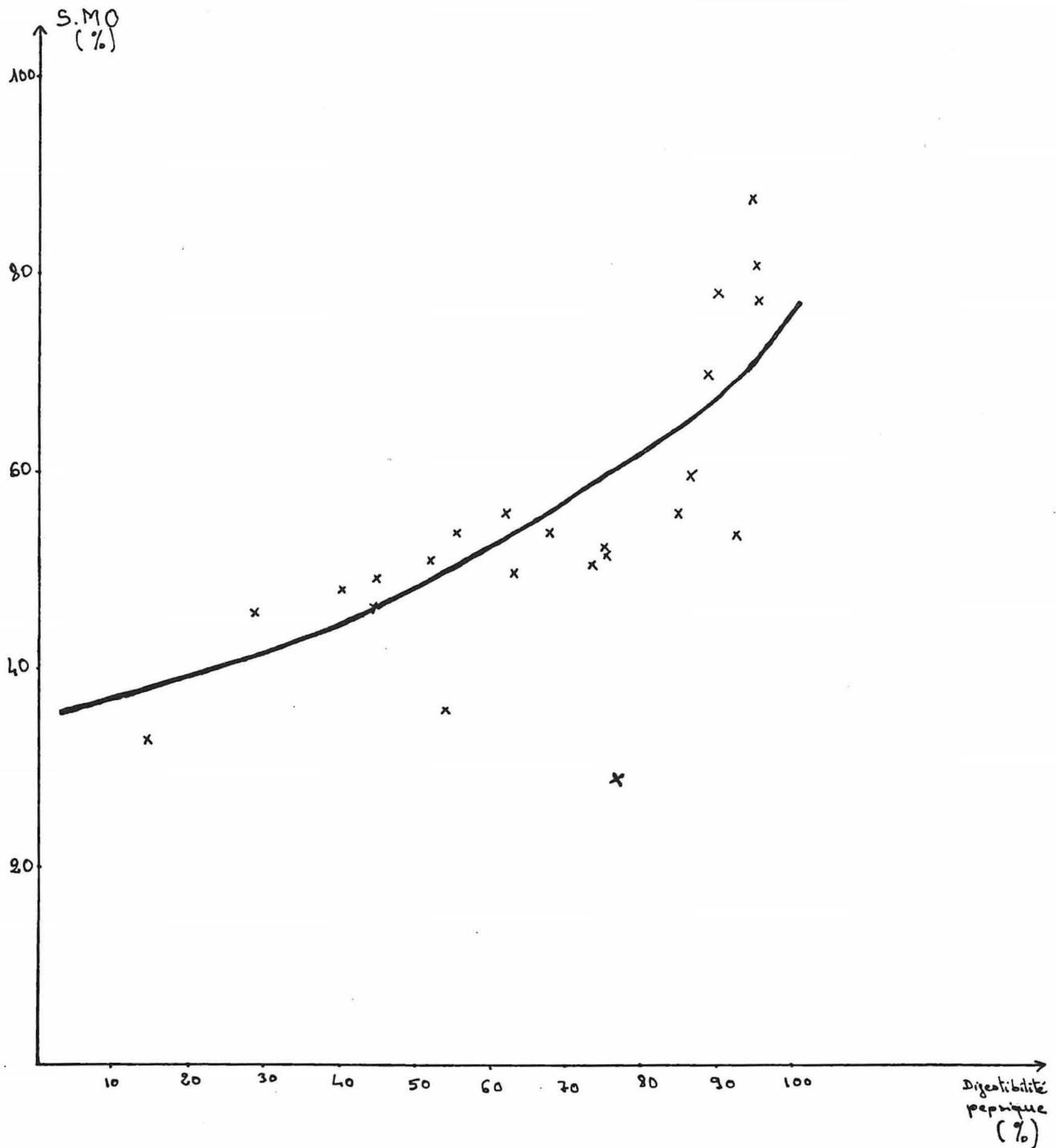


Figure n° 8

$n = 23$

$r^2 = 0,67$

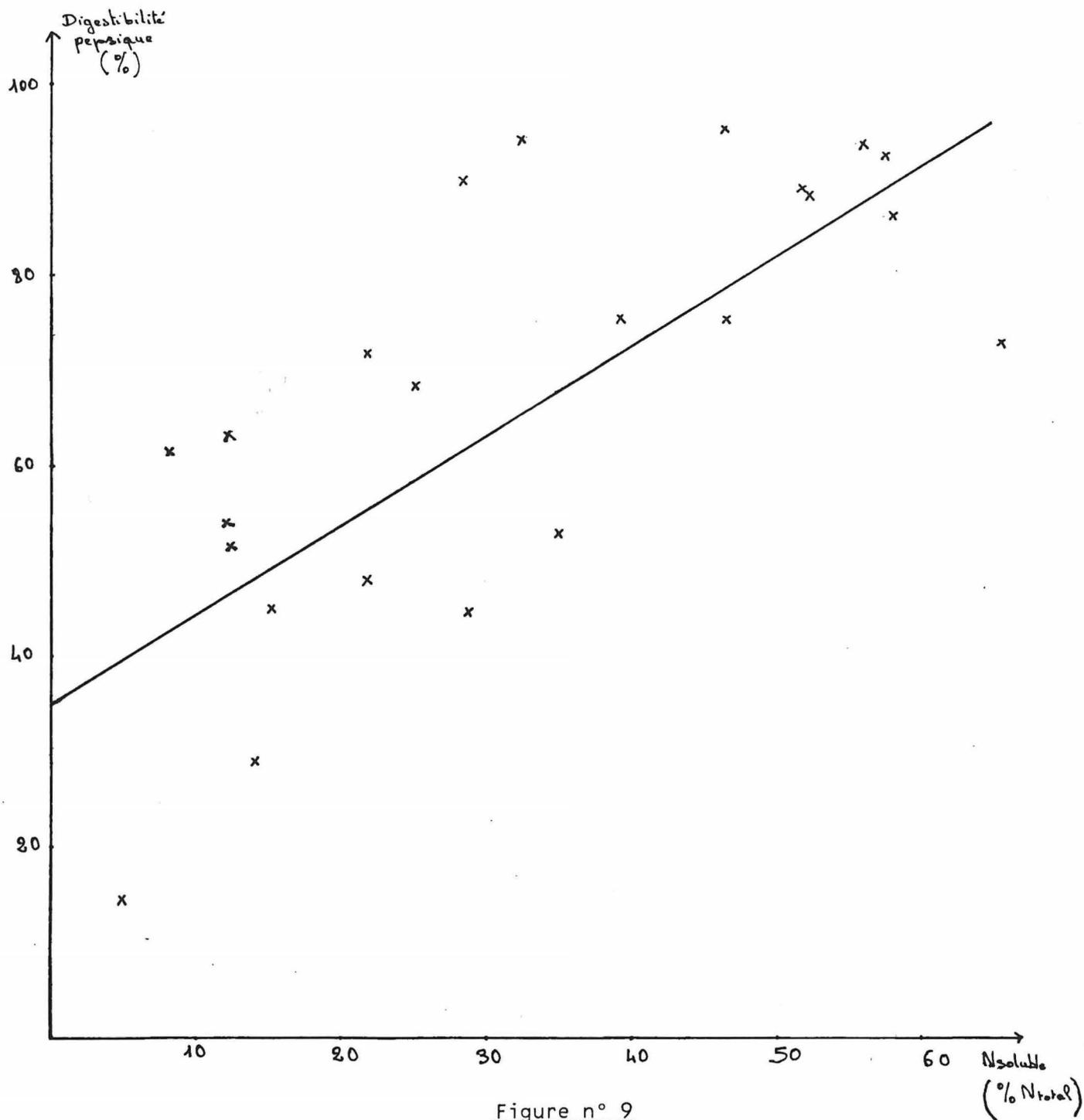
$r = 0,82$

$y = 32,64 x_5^{10-2}$

$y = \text{S.MO}$

$x_5 = \text{digestibilité pepsique}$

Relation entre la digestibilité pepsique et l'azote soluble



$$y = 0,90 x + 37,71$$

$$r = +0,71$$

$$n = 23$$

y = digestibilité pepsique

x = azote soluble

II. DISCUSSION

Nous observons deux nuages sur la figure n°6 :

Le 1er nuage correspond au 1er lot

Le 2ème nuage correspond au 2ème lot

Notre étude sur les constituants pariétaux a porté uniquement sur le 2ème nuage.

Il est actuellement connu que la valeur alimentaire d'un fourrage dépend d'une part, de sa valeur nutritive notamment de sa valeur énergétique que l'on apprécie à partir du C.U.D. de la M.O. et d'autre part, de la quantité de M.S. volontairement ingérée par l'animal. Le C.U.D. et la quantité ingérée dépendent à leur tour de la composition chimique des fourrages, plus particulièrement de leur teneur en constituants pariétaux.

Pour une même espèce, à même teneur de CB, on observe des variations de S.MS qui seraient probablement dues à une variation du taux de lignine.

De toutes les fibres pariétales et la CB de Weende, nous nous rendons compte que pour :

- la CB	: $y = -0,41x_1 + 58,05$	$r = -0,35$	$n = 25$
- l'A.D.F.	: $y = 0,76x_2 + 72,88$	$r = -0,76$	$n = 23$
- la lignine	: $y = 1,03x_3 + 62,55$	$r = -0,78$	$n = 22$

La lignine est alors le meilleur élément des constituants pariétaux pour prévoir la solubilité de la M.S. des ligneux étudiés.

En tenant compte de l'azote non disponible (l'azote dans l'A.D.F.), nous constatons une forte corrélation ($r = -0,83$) entre la S.MS et l'azote dans l'A.D.F. Il est par conséquent de loin le plus favorable pour prévoir la digestibilité.

Les gousses, fruits et fleurs étudiés ont un A.D.F. compris entre 18,65 - 48,50 avec la fleur qui a la plus faible valeur.

En moyenne, les feuilles sèches ou séchées au sol ont un A.D.F. plus élevé (31,56) que les feuilles vertes (27,02).

Nous observons également qu'en moyenne la teneur en lignine des feuilles sèches ou séchées au sol est plus forte que celle des feuilles vertes (12,03 contre 10,99).

On pourrait alors penser que les feuilles sèches ou séchées au sol qui ont une teneur plus forte en constituants pariétaux devraient être moins digestes que les feuilles vertes d'une manière générale.

L'écorce qui a : S.MS = 24,38 %
 CB = 45 % MS
 A.D.F. = 57,63 % MS
 lignine = 40,00 % MS

pourrait être considérée comme un aliment de mauvaise qualité. En fait, un seul échantillon d'écorce analysé ne nous permet pas d'interpréter à l'image de tous les autres. Néanmoins, les résultats vont quand même dans le même sens que la littérature.

Pour tous les échantillons, les M.A.T. varient de 6,10 à 23,40 % de la M.S. mais la S.MO ne dépend pas des M.A.T. mais surtout de la digestibilité pepsique qui nous indique en fait la quantité des matières azotées solubilisées.

A part l'écorce (S.MS = 24,38) la digestibilité des échantillons étudiés varie de :

pour M.S. : 30,21 à 89,38 %
 M.O. : 25,97 à 88,71 %
 M.A.T. : 14,56 à 95,75 %

Des essais de digestibilité faits au Mali (in LE HOUEROU 1980) nous indiquent que le C.U.D. de la M.S. pour les feuilles et les gousses d'*Acacia albida*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens* et les feuilles de *Ziziphus mauritiana* varie de 49 à 54 %.

Cependant, les essais in vitro réalisés lors de cette étude pour les mêmes échantillons ont donné des chiffres suivants :

Acacia albida (gousses) : 49,8 %
Acacia seyal (feuilles de saison sèche) : 52,56 %
 (feilles vertes de saison sèche) : 57,63 %
Bauhinia rufescens (gousses) : 31,67 %
 (feilles vertes) : 42,27 %
Ziziphus mauritiana (feuilles) : 46,38 %

Les différences observées entre ces deux essais seraient surtout dues au fait que les méthodes utilisées ne sont pas les mêmes (in vivo - in vitro) et les expérimentations sont faites sur des fourrages de deux pays différents donc des sols différents ; nous pourrions dire que la période de collecte pourrait aussi être à l'origine de ces différences dans la mesure où nous avons trouvé des écarts entre les valeurs trouvées pour une même espèce.

-ooOoo-

Les valeurs très élevées de la solubilité de la M.S. du 1er lot seraient très probablement dues à une richesse de ces échantillons en glucides solubles.

-ooOoo-

CONCLUSION GENERALE

Les ligneux sont un fourrage qui joue un rôle important dans la plupart des pays intertropicaux tant pour l'homme que pour les animaux domestiques en particulier les ruminants.

Ils ont été considérés depuis longtemps riches en azote ; nos essais ont montré qu'en fait tous les ligneux n'ont pas une teneur élevée en azote.

Des valeurs faibles de digestibilité de la M.O. observées sont dues très probablement à leur richesse en lignine donc en constituants pariétaux et, vraisemblablement à une teneur en tanin.

Ces analyses chimiques et tests enzymatiques ne permettent pas aujourd'hui de prévoir la valeur réelle de la digestibilité de la M.O. de ces ligneux étudiés car aucun essai "in vivo" n'a été fait à l'heure actuelle.

Ce travail qui constitue une étude préliminaire dans la recherche de la valeur nutritive des ligneux doit nous ouvrir désormais la voie à la connaissance de la place exacte qu'ils occupent dans l'alimentation des ruminants.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR (Association Française de Normalisation)
Aliments des animaux - Méthodes d'analyse, 1981.
- AUFRERE (J.) - Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique.
INRA-CRZV de Theix - Beaumont, 1982.
- ANDRIEU (J.), DEMARQUILLY (C.), WEGAT-LITRE (E.) - Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants.
INRA Versailles, 1981 : 580 p.
- BILLE (J.C.) - Mesure de la production primaire appétée des ligneux.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 183-93.
- BOUDET (G.), TOUTAIN (B.) - Intégration des fourrages ligneux dans les systèmes pastoraux en Afrique.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 415-20.
- BOUDET (G.), MEYER (J.F.), PIOT (J.), WISPELAERE (G. de) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal : le couvert végétal et le cheptel.
IEMVT Maisons-Alfort, 1980 : 12 p.
- CURASSON (M.G.) - Arbres, arbustes, buissons et fourrages spontanés divers en régions tropicales et subtropicales.
Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop., 1951-1952, 5 (4) : 213-32.
Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop., 1953, 6 (1) : 37-56.
Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop., 1953, 6 (2) : 91-116.
- CURASSON (M.G.) - Le rôle et l'importance du pâturage dans l'économie des pays chauds.
Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop., Paris I, 1947, 4 : 279-83.
- DIAGAYETE (M.) Untersuchungen zur erweiterung der Kenntrisse über der Futterwert.
West Afrikanischer Futterpflanzen - Diplomagraringenieur, 1981.
- DIALLO (S.), PUGLIESE (P.L.), CALVET (H.) - Nutrition des bovins tropicaux dans la cadre des élevages extensifs sahéliens : mesures de consommation et appréciation de la digestibilité et de la valeur alimentaire des fourrages.
Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop., 1976, 29 (3) : 233-46.
- DICKO-TOURE (M.) - Les mesures de la production secondaire des pâturages.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 245-51.

- DICKO-TOURE (M.) - Contribution des fourrages ligneux à l'alimentation des bovins du système secondaire de l'Office du Niger (Mali).
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 307-13.
- GUERIN (H.), FRIOT (D.), MBAYE (Nd.), FALL (S.T.), NDOYE (A.) - Méthodologie de l'étude de la valeur alimentaire des parcours naturels à faible productivité.
Réf.n° 13/PhysioL, 1984.
- HACKER (J.) and MINSON (D.J.) - The digestibility of plants parts.
Division of tropical crops and pastures, CSIRO, Australia, 1981, vol. 51 (9) : 259-82.
- HIERNAUX (P.) - L'inventaire du potentiel fourrager des arbres et arbustes d'une région du sahel malien. Méthodes et premiers résultats.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis Abeba, Ethiopie, 1980 : 195-201.
- JARRIGE (R.) - Alimentation des ruminants.
INRA Versailles, 1978 : 597 p.
- LE HOUEROU (H.N.) - Le rôle des ligneux fourragers dans les zones sahélienne et soudanienne.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 85-101.
- LE HOUEROU (H.N.) - Composition chimique et valeur nutritive des fourrages ligneux en Afrique tropicale occidentale.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 259-84.
- LE HOUEROU (H.N.) - Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances.
Ed. par H.N. Le Houerou - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 481 p.
- Mc KELL (C.N.) - Utilisations multiples des arbres et arbustes fourragers. Perspectives mondiales.
Ed. par H.N. LE HOUEROU - Addis-Abeba, Ethiopie, 1980 : 139-48.
- NEBOUT (J.P.), TOUTAIN (B.) - Etude sur les arbres fourragers de la zone sahélienne (Oudalan Voltaïque).
Etude de F.A.O. - C.T.F.T. - I.E.M.V.T., 1978-RF : 1-117.
- PIOT (J.) - Végétaux ligneux et pâturages des savanes de l'Adamaoua au Cameroun.
Rev.Elev.Méd.Vét.Pays trop., 1969, 22 (4) : 541-9.
- PIOT (J.), NEBOUT (J.P.), TOUTAIN (B.), NANOT (R.) - Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques.
CTFT/IEMVT, 1980 : 213 p.
- PIOT (J.) - Pâturage aérien au Cameroun. Utilisation des ligneux par les bovins.
Rev.Elev.Méd.vét.Pays trop., 1970, 23 (4) : 503-17.
- PIOT (J.) - Rapport sur l'action des feux après inventaire des ligneux.
IEMVT Wakwa (Cameroun), 1973 : 5 p.

- PIOT (J.), DIAITE (I.) - Systèmes de production d'élevage au Sénégal. Etude du couvert ligneux.
GERDAT, 1983 : 37 p.
- PENNING de VRIES (F.W.T.) et DJITEYE (M.A.) - La production des pâturages sahéliens (P.P.S.) - Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle.
Centre for Agricultural publishing and documentation, Wageningen, 1982 : 525 p.
- RIVIERE (R.) - Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical.
Ministère de la Coopération - IEMVT, 1977 : 521 p.
- SAUVANT (D.) - Analyse et composition des aliments.
Cours 1983-1984 : 28 p.
- S.E.D.E.S. (Société d'Etudes pour le Développement Economique et Social) - Recueil statistique de la production animale.
République française - Ministère de la Coopération, 1975 : 14, 63, 288.
- SOLTNER (D.) - Alimentation des animaux domestiques.
Collection Sciences et Techniques agricoles Angers, 1982, 14e éd. : 392 p.
- TOUTAIN (B.) - Principales plantes fourragères tropicales cultivées.
Maisons-Alfort IEMVT, 1973 : 201-7.
- TOUTAIN (B.) - Rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudaniennes de l'Afrique de l'Ouest.
Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique - Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, in CIPEA : 105-10.
- TOUZEAU (J.) - Les arbres fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique.
Thèse de Docteur Vétérinaire - Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 1973.
- VAN SOEST (P.S.) - Nutritional ecology of the ruminants.
Your Town Press, 1982.