

BURKINA FASO
UNITÉ – PROGRÈS – JUSTICE

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
(M.E.S.S.R.S.)

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-
DIOULASSO
(U.P.B.)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R.)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : ELEVAGE

PHENOLOGIE, COMPOSITION CHIMIQUE ET DIGESTIBILITE DE CINQ LIGNEUX :

Acacia raddiana Savi

Maerua crassifolia Forsk.

Pterocarpus lucens Lepr.

Commiphora africana (A. Rich.) Engl.

Grewia flavescens Juss.

Directeur de Mémoire : Pr KABORE - ZOUNGRANA Chantal – Yvette

Maître de stage : Pr KABORE - ZOUNGRANA Chantal – Yvette

Octobre 2001

TAPSOBA WENDPANGA SERGE

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| REMERCIEMENTS | I |
| LISTE DES TABLEAUX | II |
| LISTE DES FIGURES ET CARTES | IV |
| RESUME | V |
| INTRODUCTION | 1 |
| I. GÉNÉRALITÉS | 3 |
| 1. <i>Situation géographique</i> | 3 |
| 2. <i>Climat</i> | 3 |
| 3. <i>Végétation</i> | 6 |
| II. IMPORTANCE DES LIGNEUX FOURRAGERS | 8 |
| 1. <i>Rôle écologique</i> | 8 |
| 2. <i>Importance des ligneux sur les sites d'étude</i> | 9 |
| 3. <i>Rôle des ligneux dans l'alimentation des ruminants</i> | 11 |
| 3.1. <i>Appétibilité et choix alimentaire</i> | 11 |
| 3.1.1. <i>Appétibilité</i> | 11 |
| 3.1.2. <i>Choix alimentaire des aliments</i> | 12 |
| 3.2. <i>Production de biomasse</i> | 13 |
| III. VALEUR NUTRITIVE DES LIGNEUX FOURRAGERS | 15 |
| 1. <i>Composition chimique</i> | 15 |
| 1.1. <i>Teneur en protéines</i> | 15 |
| 1.2. <i>Teneur en éléments minéraux</i> | 20 |
| 1.3. <i>Teneur en constituants pariétaux</i> | 20 |
| 2. <i>Digestibilité des fourrages ligneux</i> | 21 |
| 2.1. <i>Digestibilité et ingestion</i> | 21 |
| 2.2. <i>Composition chimique et digestibilité</i> | 21 |
| 2.2.1. <i>Digestibilité des MAT (dMA)</i> | 22 |
| 2.2.2. <i>Les constituants pariétaux</i> | 24 |
| IV. PROBLEME D'UTILISATION DES LIGNEUX FOURRAGERS | 25 |
| 1. <i>L'accessibilité</i> | 25 |
| 2. <i>Ingestion</i> | 25 |

| | |
|---|-----------|
| V. ESSAI D'ALIMENTATION DES RUMINANTS PAR LES LIGNEUX | 27 |
| CONCLUSION..... | 28 |
| I. DESCRIPTION DES ESPÈCES ÉTUDIÉES | 29 |
| II. PHÉNOLOGIE..... | 32 |
| III. COMPOSITION CHIMIQUE..... | 34 |
| IV. DIGESTIBILITÉ DES FOURRAGES LIGNEUX | 35 |
| <i>A/ Le matériel</i> | 35 |
| 1. Les fourrages utilisés..... | 35 |
| 2. Les animaux d'expérience..... | 35 |
| <i>B/ Méthodes</i> | 36 |
| 1. La conduite de l'expérience..... | 36 |
| 2. Le rationnement des animaux..... | 36 |
| CHAPITRE I : PHENOLOGIE..... | 38 |
| <i>A/ Résultats</i> | 38 |
| <i>B/ Discussion</i> | 43 |
| CONCLUSION..... | 46 |
| CHAPITRE II : COMPOSITION CHIMIQUE | 47 |
| <i>A/ Résultats</i> | 48 |
| 1. Teneurs en MS des ligneux | 48 |
| 2. Teneurs en cendres (MM) des ligneux..... | 48 |
| 3. Teneurs en matières azotées totales (MAT) des ligneux..... | 49 |
| 4. Teneurs en constituants pariétaux..... | 53 |
| 5. Les facteurs de variations de la composition chimique..... | 55 |
| La saison..... | 55 |
| Le stade phénologique..... | 56 |
| L'organe | 57 |
| L'âge..... | 58 |
| L'espèce végétale..... | 58 |
| <i>B/ Discussion</i> | 58 |
| 1. Teneurs en constituants chimiques | 58 |
| 2. Effet des facteurs de variations..... | 60 |
| CONCLUSION | 61 |

| | |
|---|----|
| CHATITRE III : UTILISATION DIGESTIVE DES FEUILLES DE <i>KHAYA</i> | |
| <i>SENEGALENSIS</i> ET DES GOUSSES DE <i>PTEROCARPUS LUCENS</i> | 62 |
| I. COMPOSITION CHIMIQUE DES ALIMENTS | 63 |
| II. DIGESTIBILITES | 64 |
| <i>A/ Fourrages distribués comme seuls aliments</i> | 64 |
| 1. Digestibilité du foin d' <i>Andropogon gayanus</i> | 64 |
| Conclusion | 65 |
| 2. Digestibilité des feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> et des gousses de <i>Pterocarpus</i> | |
| <i>lucens</i> | 65 |
| 2.1. Les feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> | 65 |
| 2.2. Les gousses de <i>Pterocarpus lucens</i> | 66 |
| 3. Effet du taux de ligneux dans la ration..... | 67 |
| 4. Prédiction de la Valeur Energétique et Azotée des rations | 71 |
| 4.1. Prédiction de la Valeur Energétique..... | 71 |
| 4.2. Prédiction de la Valeur Azotée | 72 |
| 5. Comparaison des méthodes d'évaluation de la digestibilité du ligneux | 75 |
| CONCLUSION GÉNÉRALE | 77 |
| BIBLIOGRAPHIE | 78 |

REMERCIEMENTS

Au moment où ce mémoire prend fin, il me plaît d'adresser ma sincère reconnaissance envers tous ceux qui ont, tant moralement que matériellement, contribué à la réalisation de ce présent travail.

✂ Ma reconnaissance va tout d'abord à l'endroit de l'A.N.A.F.E et l'I.C.R.A.F qui, par leur contribution financière, ont permis la réalisation de ce travail.

✂ Ma sincère gratitude et mes remerciements vont au Pr. KABORE-ZOUNGRANA Chantal Yvette, mon maître de stage et directeur de mémoire qui, de par sa disponibilité et sa rigueur scientifique, a contribué à chaque étape à la rédaction de ce mémoire.

Il m'est également agréable d'adresser ma reconnaissance à :

✂ L'équipe des chercheurs de l'IN.E.R.A, C.R.R.E.A – SAHEL : Mrs. Isidore GNANDA, André KIEMA, Seydou SANOU et en particulier le DR. Souleymane GANABA qui m'a appuyé dans la réalisation de la partie sur la phénologie au Sahel,

✂ Tout le personnel de la station expérimentale de Gampéla dont Mrs Ladjji SIDIBE, Luc LANKOANDE, Lokré SIMPORE qui ont tout mis en œuvre pour faciliter mes travaux au sein de cette station,

✂ Mon père Mr. Issaka TAPSOBA, ma mère Mme Françoise TAPSOBA, mes sœurs Françoise, Larissa, Carine, Fatoumata, mon cousin Ulrich, ma tante Kadiatou ; pour leur attention et leur compréhension toujours renouvelée,

✂ Mr. et Mme SOME Naon Charles, ma deuxième famille à Bobo-Dioulasso,

✂ Mes amis : Claude Bernard TIEMTORE et Louise HOMBOUE, Philippe SOME et Sarah TRAORE, Anicet ZOUNGRANA, Karim SAWADOGO, Mireille OUEDRAOGO... et aussi toute la promotion I.D.R. 2001,

✂ Ma copine Mlle Bertille Anne Rachelle Jeannette BILA, qu'à la fin de ce travail, son appui, sa patience et sa tendresse combien bénéfiques soient récompensés,

✂ Tout le corps professoral de l'IDR pour la formation dispensée,

En fin, à tous ceux qui luttent pour la liberté, la paix et la justice, je vous dis

à tous : MERCI !!!

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| <u>Tableau 1</u> : Espèces fourragères du site de Katchari inspiré de la classification selon LE HOUEYOU, 1980) | 10 |
| <u>Tableau 2</u> : Espèces fourragères du site de Bougou inspiré de la classification selon LE HOUEYOU, 1980) | 10 |
| <u>Tableau 3</u> : Palatabilité des espèces fourragères | 11 |
| <u>Tableau 4</u> : Composition moyenne du régime alimentaire des petits ruminants (FIELD, 1979 in LE HOUEYOU, 1980) | 12 |
| <u>Tableau 5</u> : Teneurs en Matières Azotées et des constituants pariétaux de quelques ligneux et graminées (p.100 de MS) | 17 |
| <u>Tableau 6</u> : Critères de variations (p.100 de MS) des teneurs en Matières Azotées et en constituants pariétaux | 18 |
| <u>Tableau 7</u> : Eléments minéraux des ligneux et des graminées (exprimés en p.100 de MS) | 19 |
| <u>Tableau 8</u> : Valeur de digestibilité des ligneux et des graminées (exprimées en p.100 de MS) | 23 |
| <u>Tableau 9</u> : Description des ligneux fourragers étudiés (VON MAYDELL, 1992; IBPGR, 1984) | 30 |
| <u>Tableau 10</u> : Calendrier de récolte de fourrage ligneux | 48 |
| <u>Tableau 11</u> : Teneurs en MS des espèces étudiées | 51 |
| <u>Tableau 12</u> : Teneurs moyennes et extrêmes en MM et en MAT des espèces étudiées | 52 |
| <u>Tableau 13</u> : Teneurs moyennes et extrêmes (g/kg MS) en Constituants Pariétaux des espèces étudiées | 56 |

| | |
|---|----|
| Tableau 14 : Variations des teneurs (g/kg MS) des feuilles de <i>Acacia raddiana</i> et <i>Maerua crassifolia</i> en fonction de la saison | 60 |
| Tableau 15 : Variation de la composition chimique selon le stade phénologique | 61 |
| Tableau 16 : Composition chimique des aliments distribués | 68 |
| Tableau n° 17 : Valeurs de digestibilité (en p.100) des divers nutriments du foin d' <i>Andropogon gayanus</i> , des feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> et des gousses de <i>Pterocarpus lucens</i> | 69 |
| Tableau 17 : Comparaison de la digestibilité (en p.100) des différents constituants des feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> (a) et des gousses de <i>Pterocarpus lucens</i> (b) distribués seuls ou associés à du foin de graminée (<i>Andropogon gayanus</i>) | 80 |

LISTE DES FIGURES ET CARTES

| | |
|--|----|
| <u>Figure 1</u> : Composition du pâturage et du régime alimentaire des caprins, des ovins et des bovins à Vindou (Sénégal) (GUERIN <i>ET AL.</i> , 1988) | 13 |
| <u>Figure 2</u> : Schéma d'une cage à métabolisme individuelle | 36 |
| <u>Figure 3</u> : Phénogrammes des ligneux étudiés | 40 |
| <u>Figure 4</u> : Variations intra populations chez <i>Maerua crassifolia</i> Forsk. | 43 |
| <u>Figure 5</u> : Variations inter sites chez <i>Acacia raddiana</i> Savi. | 44 |
| <u>Figure 6</u> : Evolution de la MAT de <i>Acacia raddiana</i> | 55 |
| <u>Figure 7</u> : Evolution de la MAT de <i>Maerua crassifolia</i> | 55 |
| <u>Figure 8</u> : Evolution de la NDF, ADF et ADL de <i>Maerua crassifolia</i> | 59 |
| <u>Figure 9</u> : Evolution de la NDF, ADF et ADL de <i>Acacia raddiana</i> | 59 |
| <u>Figure 10</u> : Comparaison des teneurs en constituants chimiques (g/kg MS) des feuilles et des gousses de <i>Acacia raddiana</i> et <i>Maerua crassifolia</i> | 62 |
| <u>Figure 11</u> : Evolution des dMS et dMO des feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> suivant le taux d'incorporation dans la ration | 73 |
| <u>Figure 12</u> : Evolution de la dMA des feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> suivant le taux d'incorporation dans la ration | 73 |
| <u>Figure 13</u> : Evolution des dNDF et dADF des feuilles de <i>Khaya senegalensis</i> suivant le taux d'incorporation dans la ration | 74 |
| <u>Figure 14</u> : Relations entre la digestibilité de la matière organique et les teneurs en NDF non digestibles (NDFnd en g/kg de MS) des rations composées de ligneux | 78 |
| <u>Figure 15 a</u> : Relations entre les matières azotées digestibles (MAD) et les teneurs en MAT (en g/kg de MS) des rations composées de ligneux et d'herbacée | 78 |
| <u>Figure 15 b</u> : Relations entre les matières azotées digestibles (MAD) et les teneurs en MAT (en g/kg de MS) des rations à base de ligneux | 79 |
| <u>Figure 15 c</u> : Relations entre les matières azotées digestibles (MAD) et les teneurs en MAT (en g/kg de MS) des rations à base de ligneux | 79 |
| <u>Carte 1</u> : Région du Sahel Burkinabè | 4 |
| <u>Carte 2</u> : Localisation du site d'étude dans la province du Namentenga | 5 |

RESUME

Une étude sur la phénologie, la composition chimique et l'utilisation digestive des ligneux par les ovins a été menée dans les stations de Katchari (zone sahélienne du Burkina Faso), de Bougou (zone sub-sahélienne du Burkina Faso) et de Gampéla (zone soudanienne du Burkina Faso) en vue de situer l'importance des ligneux dans l'alimentation des ruminants domestiques.

L'étude a concerné cinq (5) espèces de ligneux : *Acacia raddiana* Savi, *Maeura crassifolia* Forsk, *Pterocarpus lucens* Lepr., *Commiphora africana* (A. Rich.) Engl., et *Grewia flavescens* Juss. Les résultats obtenus font ressortir des variations dans le déroulement des phénophases de sorte que le matériel végétal reste dans l'ensemble disponible jusqu'au mois de décembre quand la production herbacée est quasi nulle.

Les analyses bromatologiques montrent des teneurs moyennes assez fortes en MM et MAT : respectivement 104.2 et 160.4 g/kg MS. Les teneurs moyennes des constituants pariétaux sont de l'ordre de 401.6g/kg MS pour NDF, 279.3 g/kg pour ADF et 128.9 g/kg de MS pour ADL avec un degré de lignification (ADL/NDF) assez important : 0.31. Les variations subies par les teneurs sont entre autres liées à l'espèce, la saison, le stade phénologique et l'organe.

Les essais de digestibilité menés ont concerné l'utilisation des gousses de *Pterocarpus lucens* distribuées seules puis associées à du foin d'*Andropogon gayanus* et les feuilles de *Khaya senegalensis* incorporées dans des rations à hauteur de 20, 40, 60 et 100 %.

La digestibilité de l'énergie des feuilles de *Khaya senegalensis* s'avère meilleure à celle des gousses de *Pterocarpus lucens* et l'herbacée. La DMA des ligneux est forte compte tenu des teneurs élevées en MAT. L'utilisation de la lignocellulose est significativement différente au seuil de 5 %, d'une espèce à l'autre.

Des différents taux d'incorporation, celui à 40 % de feuilles de *Khaya senegalensis* est le plus digestible et l'association des gousses de *Pterocarpus lucens* au foin d'herbacée indique une possible interaction digestible entre ce ligneux et l'herbacée au regard des valeurs obtenues par la méthode de détermination des digestibilités par différence.

Mots clés : Burkina Faso, ligneux fourragers, phénologie, Composition chimique, Digestibilité, feuilles de *Khaya senegalensis*, gousses de *Pterocarpus lucens*.

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est l'un des nombreux pays d'Afrique à vocation agropastorale. L'élevage y constitue, après la culture du coton la deuxième source de devises (M.A.R.A., 1998). Pourtant celui des ruminants qui est dominant, ne s'est pas vraiment développé et se pratique encore de façon extensive par le biais du nomadisme et de la transhumance. Du fait de ces pratiques, le pâturage naturel essentiellement graminéen est la source d'alimentation la plus sollicitée car la moins coûteuse.

La plupart des graminées des pâturages sont annuelles et à cycle de développement court ; elles se dessèchent alors et perdent leur valeur nutritive avec le début de la saison sèche. A cette saison, les ligneux restent encore verts et constituent qualitativement et quantitativement de bonnes sources de protéines pour les animaux (ATTA-KRAH, 1989).

La fauche et la conservation des fourrages de graminées semblent être une alternative au problème d'alimentation des animaux du fait du coût de revient élevé des Sous-Produits Agro-Industriels (S.P.A.I.).

Depuis longtemps, les animaux malgré la richesse du tapis herbacé, ont toujours eu recours aux produits des ligneux (feuilles au sol ou non, fruits, fleurs, écorce, ...) afin de compléter leur alimentation du point de vue valeur nutritive. Alors, les arbres et arbustes fourragers sont devenus de véritables centres d'intérêt pour les producteurs de bétail. Bien qu'ayant une production de biomasse beaucoup plus étalée dans l'année, le problème de disponibilité se pose également pour ce type de fourrage. En effet, la plupart des ligneux fourragers de nos régions sont à feuilles caduques donc à production variable en fonction des saisons. De ce fait, une connaissance des meilleures périodes de récolte de ces fourrages constituerait un atout pour les producteurs.

Une telle détermination doit prendre en compte, entre autres aspects ceux de la composition chimique des divers organes végétaux puisque l'on sait que la présence de certaines composantes et substances végétales limitent l'ingestion volontaire et partant, la production des animaux.

C'est dans une telle problématique que s'est inscrit la présente étude dont les objectifs sont de

- ⇒ déterminer la valeur nutritive et la période optimale de récolte des produits issus des ligneux en vue d'une éventuelle conservation et incorporation dans l'alimentation des ruminants (ovins surtout) pour améliorer leur entretien,
- ⇒ réduire les coûts de production animale grâce à la substitution partielle ou totale des S.P.A.I. par les feuilles et/ou les gousses des ligneux.

Pour ce faire, le présent travail qui traite de la phénologie, la composition chimique et la digestibilité de quelques ligneux courants dans le Sahel burkinabé et la zone sahélo-soudanienne : *Acacia raddiana*, *Commiphora africana*, *Grewia flavescens*, *Maerua crassifolia*, *Pterocarpus lucens* s'articule comme suit:

- une première partie correspondant à une revue bibliographique sur les ligneux ;
- une deuxième partie consacrée aux méthodologies utilisées ;
- Une dernière partie s'intéressant aux résultats obtenus et à leurs discussions.

I. GENERALITES

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Burkina Faso se subdivise en plusieurs zones : sahélienne, nord-soudanienne et sud-soudanienne avec des zones intermédiaires. Cette présente étude s'est déroulée dans le Sahel burkinabè qui, malgré sa relative sécheresse, s'avère être la zone-clé de l'élevage burkinabè. Deux sites ont été ciblés : l'un (Katchari) se trouvant dans la zone sahélienne proprement dite et l'autre (Bougou) localisé dans la zone subsahélienne, à cheval entre le Sahel et la zone nord-soudanienne.

Le Sahel burkinabè se situe entre les latitudes 13° et 15° Nord et inclue les provinces de l'Oudalan, du Séno, du Soum et du Yagha. Il couvre une superficie d'environ 36896 km² avec une densité de peuplement d'environ 10 – 18 hbts/km².

La station expérimentale de Katchari est située à 12 km de Dori sur l'axe Dori-Djibo (carte 1). Il s'étend entre les longitudes 0° 00' et 0° 10' Ouest et les latitudes 13° 55' et 14° 05' Nord (ZERBO, 1993 ; POISSONNET *ET AL.*, 1997).

Le site expérimental de Bougou est localisé à 84 km de Dori sur l'axe Dori-Ouagadougou (carte 2) près du village du même nom et appartient au département de Bouroum (province du Namentenga). Administrativement il est borné par les départements de Bani et Gorgadji (province du Séno) au nord, Pensa (province du Namentenga) à l'ouest, au sud par Tougouri (province du Namentenga) et Yalgo (province du Namentenga) à l'est.

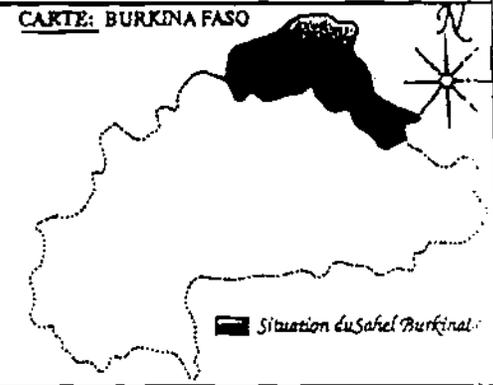
2. CLIMAT

Le climat du Burkina Faso est de type soudanien réparti sur cinq zones climatiques : les climats sahélien, subsahélien, nord-soudanien, sud-soudanien et subsoudanien (GUINKO, 1984).

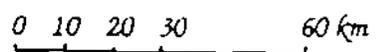
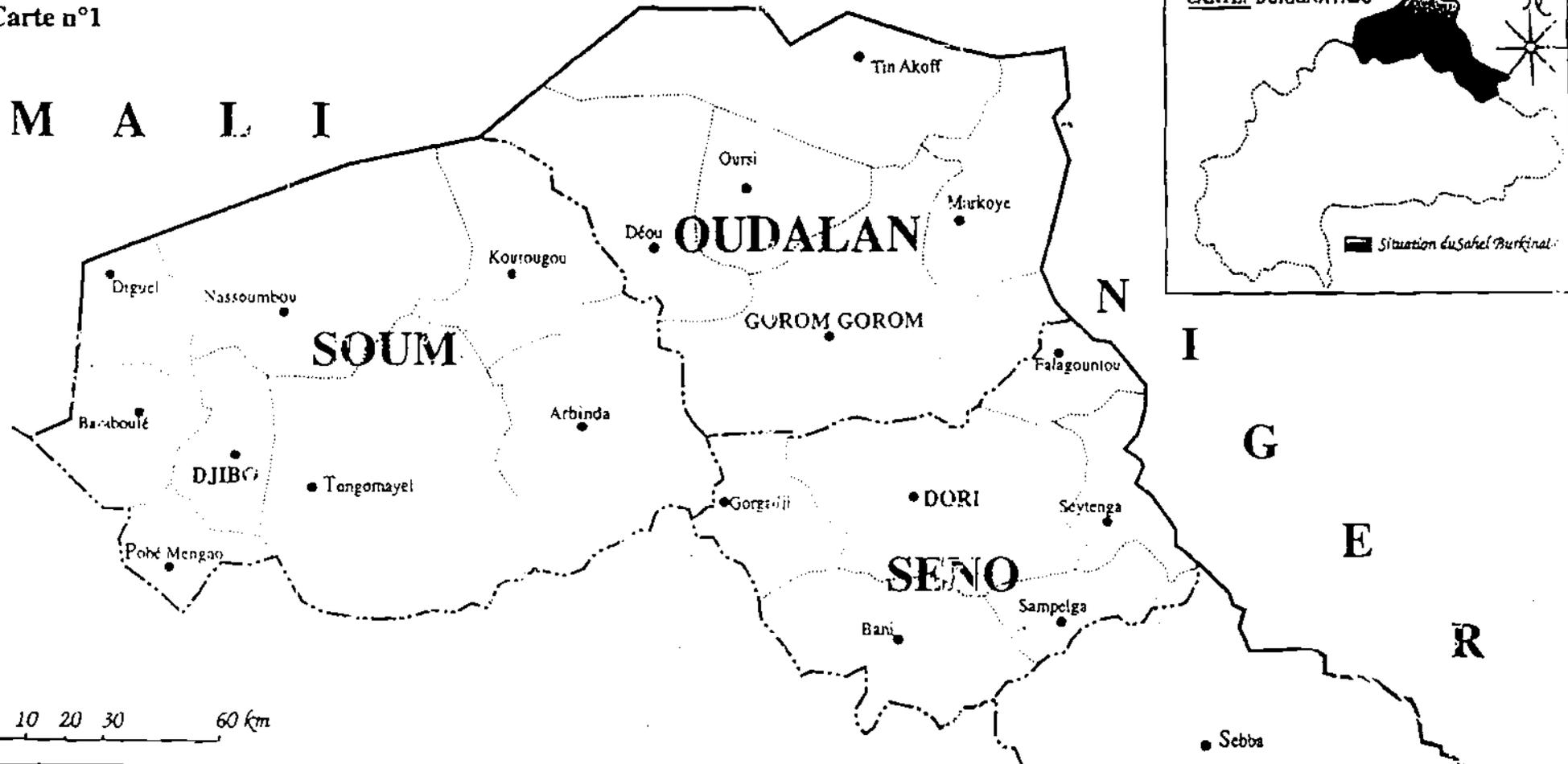
Le climat est dépendant de beaucoup de facteurs variables eux-mêmes changeables, ce qui lui confère un caractère plus ou moins mutagène.

Carte n° 1 : Région du Sahel Burkinabè (Provinces et Départements)

Carte n°1



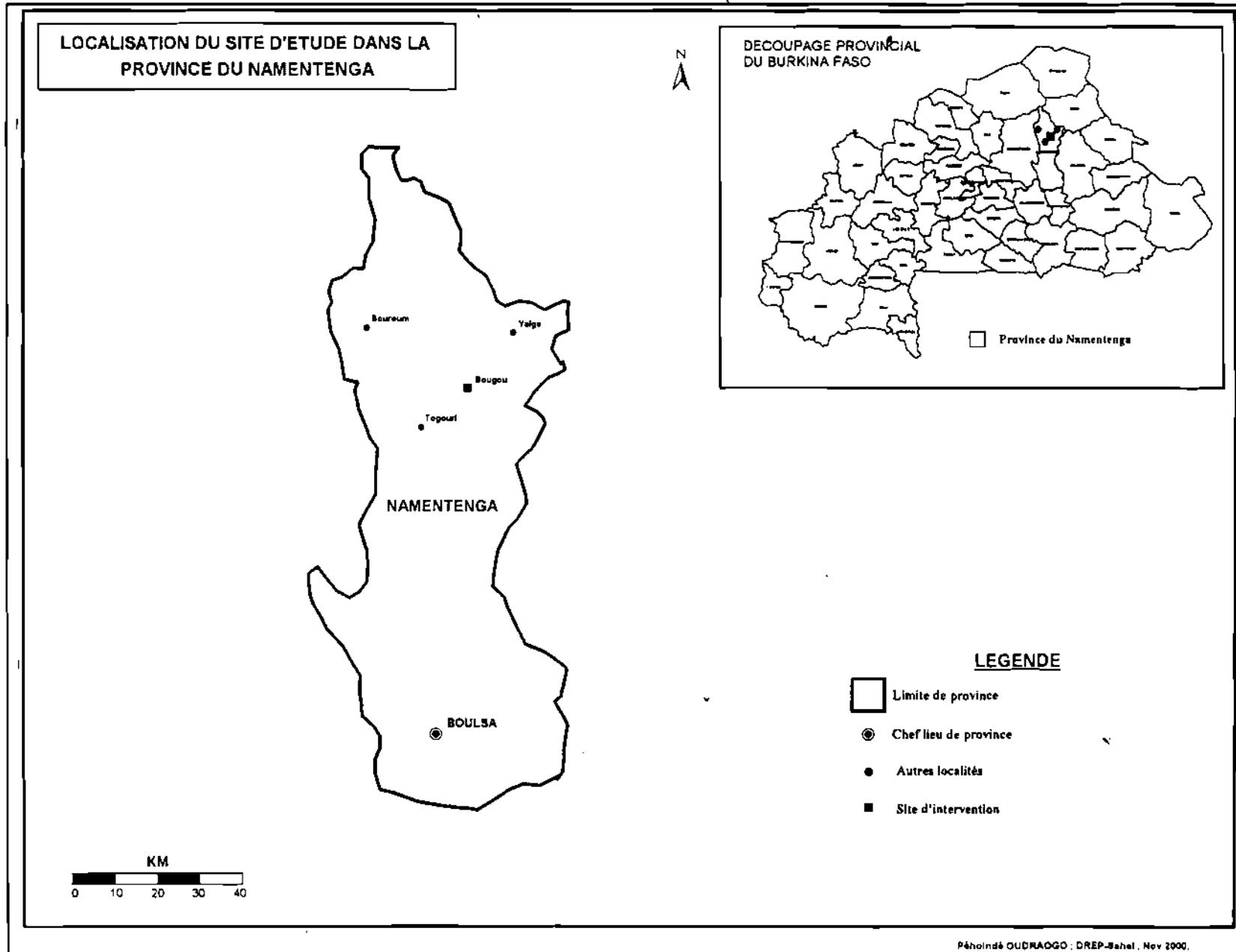
M A L I



LEGENDE

| | | | | | | | |
|--|--------------------|--|--------------------------|--|-----------------------|--|---------------------------------|
| | Limite de province | | Limite de département | | Limite d'Etat | | Nom de Chef lieu de département |
| | | | Chef lieu de département | | Chef lieu de province | | |

Carte 2 : Localisation du site d'étude dans la province du Namentenga



La pluviométrie :

C'est le plus variable et le plus important des facteurs de variations climatiques. La pluie joue un rôle très important dans l'installation de la végétation annuelle et la croissance des espèces pérennes surtout après les nombreux mois de saison sèche (SICOT et GROUZIS, 1981).

La zone de Katchari est dominée par un climat de type sahélien (ZERBO, 1993) caractérisé par une saison de pluies allant de juin à septembre (4 mois) et une saison sèche de 8 mois (octobre à mai).

Quant au site de Bougou, il y règne un climat subsahélien avec 3 à 5 mois de saison pluvieuse et une saison sèche longue de 7 à 9 mois (HIEN, 2000).

D'une manière générale, les précipitations sont très variables. En effet, la pluviométrie de Dori est assez régulière, environ 500 mm chaque année. En ce qui concerne l'année 2000, elle a été déficitaire (à peine 350 mm) et les mois de juillet et août se partagent 54p.100 des précipitations avec respectivement 12 jours et 14 jours.

Sur le site de Bougou, la pluviométrie relevée a été de 348.8 mm pour l'année 2000 et les mois de juillet et août ont enregistré respectivement 36.4p.100 et 22.5p.100 des précipitations.

Vue la mauvaise qualité de la pluviosité au cours de l'année 2000 au Sahel, il est à prévoir de très mauvais rendements au niveau des productions agricoles et une disparition assez précoce du potentiel fourrager, herbacé surtout

3. VEGETATION

FONTES et GUINKO (1995) ont subdivisé la végétation du domaine sahélien en 13 classes de végétation à raison de 7 dans le secteur nord-sahélien et 6 dans celui sud-sahélien.

La zone de Katchari appartient à la classe des steppes arbustives du secteur nord-sahélien caractérisé par :

- ◇ l'association *Acacia laeta* - *Acacia raddiana*
- ◇ une densité relativement faible (90 à 130 pieds/ha)

Les espèces ligneuses les plus fréquentes sont *Acacia laeta*, *Acacia seyal*, *Acacia raddiana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum aculeatum*, *Combretum micranthum*, *Feretia apodanthera*, *Grewia spp.*, *Ziziphus mauritiana*.

En ce qui concerne les herbacées, on trouve *Panicum laetum*, *Cassia tora*, *Aristida adscensionis*, *Schoenefeldia gracilis*,...

Bougou est situé dans la classe des steppes arbustives du secteur sud-sahélien et est marqué par les critères suivants :

- ◇ l'association *Combretum micranthum* - *Guiera senegalensis* - *Pterocarpus lucens*
- ◇ la formation buissonnante et la densité du peuplement avec 1155 pieds/ha (HIEN, 2000)

Les espèces courantes sont : *Combretum micranthum*, *Pterocarpus lucens*, *Grewia flavescens*, *Commiphora africana*. On y rencontre aussi *Combretum nigricans*, *Feretia apodanthera*, *Boscia senegalensis*, *Gardenia sokotensis*, *Grewia bicolor*, *Lannea acida*, *Acacia senegal*, *Acacia macrostachya*, *Acacia ataxacantha*, *Dalbergia melanoxylon*,...

•Les herbacées sont représentées par *Loudetia togoensis*, *Setaria pumila*, *Bracharia deflexa*, *Aristida mutabilis*, *Zornia glochidiata*, *Eragrostis tenella*,...

Un fait marquant frappe la végétation du Sahel ; c'est le triste spectacle des arbres mal émondés malgré les multiples conseils des encadreurs. Les principales victimes sont *Acacia raddiana* à Katchari et *Pterocarpus lucens*, *Grewia flavescens* à Bougou.

II. IMPORTANCE DES LIGNEUX FOURRAGERS

D'une manière générale, les ligneux jouent un rôle important dans les écosystèmes des zones arides et semi-arides (LE HOUEROU, 1980). Au Burkina Faso, les arbres et arbustes fourragers font l'objet de plus en plus de travaux (KIEMA, 1991 ; OUEDRAOGO, 1992 ; ZOUNDI ET AL., 1994 ; DU MONTCEL, 1994 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995 ; SEDEGO, 1999 ; SAWADOGO, 2000). En effet, l'alimentation des ruminants domestiques dans nos régions est basé essentiellement sur le pâturage naturel graminéen. Ces graminées, après la saison des pluies se dessèchent et flétrissent, offrant un résiduel (paille) très pauvre en éléments nutritifs, (1989 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995) tandis que les ligneux proposent un potentiel fourrager toujours intéressant et ce, plus longtemps.

Il faut noter cependant qu'en plus de cet aspect ci-dessus cité, les ligneux fourragers jouent d'autres rôles dans le maintien de nos écosystèmes.

1. ROLE ECOLOGIQUE

Dans nos zones semi-arides, la végétation est étroitement liée aux aléas climatiques, pédologiques et humains. Les ligneux fourragers, les graminées pérennes et les autres ligneux paraissent être les moins affectés par la pluviométrie ; le développement et la production des ligneux étant régis par les pluies antérieures (RIPPSTEIN et DE FABREGUES, 1972, cités par GANABA et GUINKO, 1994).

Il est reconnu aux ligneux une utilité dite « fonction-écran » laquelle a un effet bénéfique pour l'homme, le sol, le tapis herbacé et les animaux. Selon PRACHETT (1980), cité par LE HOUEROU (1980), au Botswana dans des conditions proches de celles du Sahel, leur ombrage réduit l'évapotranspiration potentielle (ETP) du tapis herbacé à hauteur de 50 à 70p.100. Cette fonction réductrice de l'ETP a pour conséquence une meilleure utilisation de l'eau par les herbacées ; ce qui leur permet de rester verts plus longtemps (3 à 4 semaines de plus) et de régénérer ; c'est le cas au Mali où la production herbacée sous les ligneux a pu être doublée voire triplée (LE HOUEROU, 1980).

Les ligneux jouent également un rôle d'avant-garde dans la défense et la restauration des sols. En effet, au Sahel, leur rôle anti-érosif a été bien perçu par la population qui les utilise pour la fixation des dunes sableuses. Ainsi, des espèces comme *Acacia spp.*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Euphorbia balsamifera*, plantées sur les dunes de sable sont appréciées pour leurs systèmes racinaires profonds développant des réseaux de racelles facilitant la cohésion des particules sableuses. Par ailleurs, les ligneux favorisent

l'enrichissement du sol en matières organiques et la prolifération des bactéries du sol grâce à la basse température du sol qu'ils créent par leur ombrage et leur litière de feuilles mortes. Les paysans ont de tout temps exploité ce fait en pratiquant la culture de céréales sous les ligneux.

Il est cependant malheureux de constater que sous l'effet de la surexploitation et la sécheresse, la strate ligneuse a beaucoup régressé (LE HOUEROU, 1980 ; BAUMER, 1997). Si le broutage excessif en est une des principales causes, l'homme a aussi sa part de responsabilité car la collecte de bois de chauffe et de charbon, la construction des habitations et des «kraals» ou «zéribas»¹ et l'émondage ont beaucoup contribué à diminuer le potentiel ligneux. C'est pourquoi, beaucoup d'auteurs (WICKENS, 1980 ; FELKER *ET AL.*, 1980 ; LE HOUEROU, 1980) pensent qu'il est grand temps de développer des stratégies de recherches en matière de gestion et de plantation des ligneux fourragers.

2. IMPORTANCE DES LIGNEUX SUR LES SITES D'ETUDE

Sur le site de Bougou, la flore y est assez pauvre avec une densité de 1155 pieds/ha (HIEN, 2000).

Les ligneux fourragers qui ont été recensés sur ce site ont été classés (Tableau 1) selon une répartition définie par LE HOUEROU (1980) à savoir :

1. **Espèces fourragères principales** qui de l'avis de beaucoup d'auteurs sont très appréciées par la majorité des animaux et qui sont à large répartition géographique;
2. **Espèces fourragères secondaires** qui sont occasionnellement consommées et qui sont à répartition géographique limitée ;
3. **Espèces fourragères communes** habituellement non appréciées

Sur le site de Katchari, SANOU (1995) a procédé à un inventaire floristique de la zone (Tableau 2) ; il ressort de cette étude que *Acacia raddiana* est l'espèce reine des glacis et du fait de sa continuelle expansion, elle se rencontre également dans les bas-fonds (DEPIERE et GUILLET, 1977 cités par GANABA et GUINKO, 1996).

Ces inventaires étant assez lâches, il serait nécessaire d'effectuer de façon plus complète, la quantification de la flore ligneuse (fourragère surtout) en vue d'une meilleure estimation de leurs potentialités (densité, biomasse, capacité de charge,...).

¹ = enclos à bétail

Tableau 1 : Espèces fourragères du site de Katchari inspiré de la classification selon LE HOUEROU, 1980)

| Niveau d'importance | Espèces fourragères | |
|------------------------------------|--|---|
| 1: Espèces fourragères principales | <i>Acacia albida</i> <i>Acacia raddiana</i> <i>Acacia senegal</i> <i>Acacia seyal</i> <i>Balanites aegyptiaca</i> <i>Bauhinia rufescens</i> <i>Combretum aculeatum</i> | <i>Daniella oliveri</i> <i>Feretia apodenthera</i> <i>Ficus gnaphalocarpa</i> <i>Maerua crassifolia</i> <i>Pterocarpus lucens</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> |
| 2: Espèces fourragères secondaires | <i>Acacia laeta</i> <i>Acacia macrostachya</i> <i>Acacia nilotica</i> <i>Adansonia digitata</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Dalbergia melanoxylon</i> <i>Diospyros mespiliformis</i> | <i>Grewia tenax</i> <i>Lannea microcarpa</i> <i>Leptadenia pyrotechnica</i> <i>Mitragyna inermis</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Ziziphus mucronata</i> |
| 3 : Espèces fourragères communes | <i>Annona senegalensis</i> <i>Calotropis procera</i> <i>Cassia occidentalis</i> | <i>Combretum glutinosum</i> <i>Combretum micranthum</i> <i>Euphorbia balsamifera</i> |

Tableau 2 : Espèces fourragères du site de Bougou inspiré de la classification selon LE HOUEROU, 1980)

| Niveau d'importance | Espèces fourragères | |
|---------------------|---|--|
| 1 | <i>Acacia raddiana</i> <i>acacia senegal</i> <i>Acacia seyal</i> <i>Boscia angustifolia</i> <i>Cadaba farinosa</i> <i>Capparis corymbosa</i> <i>Commiphora africana</i> | <i>Feretia apodenthera</i> <i>Grewia bicolor</i> <i>Grewia villosa</i> <i>Maerua angustifolia</i> <i>Pterocarpus lucens</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> |
| 2 | <i>Acacia ataxacantha</i> <i>Acacia laeta</i> <i>Acacia macrostachya</i> <i>Adansonia digitata</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i> <i>Boscia senegalensis</i> <i>Cadaba glandulosa</i> | <i>Dalbergia melanoxylon</i> <i>Grewia flavescens</i> <i>Grewia tenax</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Leptadenia hastata</i> <i>Piliostigma reticulatum</i> |
| 3 | <i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum nigricans</i> <i>Gardenia sokotensis</i> | |

3. ROLE DES LIGNEUX DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS

3.1. Appétibilité et choix alimentaire

3.1.1. Appétibilité

L'appétibilité des fourrages est une notion relative (HIERNAUX, 1980 ; TOUTAIN, 1980 ; LE HOUEROU, 1980 ; WALKER, 1980 ; VON MAYDELL, 1983 ; BOUDET, 1991 ; BREMAN et DE RIDDER, 1991). Elle dépend du lieu et de la saison puisqu'elle est définie par rapport au choix alimentaire des animaux. Ainsi, certaines espèces peu appetées sur un pâturage deviennent très appetées sur un autre avec des variations liées à la saison (LE HOUEROU, 1980 ; BOUDET, 1991). En plus, l'appétibilité ou palatabilité varie en fonction du stade phénologique et de l'organe appeté (LE HOUEROU, 1980). Enfin, elle varie suivant l'espèce concernée, son abondance ou sa rareté sur le pâturage. Le plus souvent, plus une espèce est rare plus elle est recherchée, à l'exception de certaines espèces qui sont répandues et très appetées dénommées «espèces crème-glacées» dans le jargon agricole américain (LE HOUEROU, 1980).

Selon la plante, il existe, plusieurs niveaux (de 1 à 6) de palatabilités, correspondant aux taux d'utilisation des fourrages (Tableau 3).

Tableau 3 : Palatabilité des espèces fourragères

| Catégorie | Evaluation | Taux fitaux= Biomasse consommée/Biomasse consommable |
|-----------|--------------------------|--|
| 1 | Hautement Palatable (HP) | 90 - 100 p.100 |
| 2 | Très Palatable (TP) | 65 - 90 p.100 |
| 3 | Palatable (P) | 45 - 65 p.100 |
| 4 | Assez Palatable (AP) | 10 - 45 p.100 |
| 5 | Peu Palatable (PP) | 1 - 10 p.100 |
| 6 | Non Palatable (NP) | 0 - 1 p.100 |

(source : LE HOUEROU, 1980)

L'ingestibilité varie avec la composition chimique des organes végétaux. Ainsi, dans le cas d'une forte teneur en fibres, seule l'ingestion alimentaire des bovins sera élevée. L'augmentation des teneurs en Matières Azotées Totales (MAT), en minéraux, en sucres et la teneur en humidité accroît le niveau de palatabilité ; la dose des tannins, les huiles aromatiques et aussi le goût amer sont des facteurs limitant l'ingestibilité (BOUDET, 1991 ; LE HOUEROU, 1980).

Cependant, il arrive qu'une espèce ait une bonne valeur nutritive et soit peu consommée comme dans le cas de *Ziziphus mummularia* (NATH ET AL., 1959) ou *Boscia senegalensis* et *Calotropis procera* (LE HOUEROU, 1980).

De même, une espèce peut être très appetée sans pour autant avoir une assez bonne valeur nutritive ; c'est le cas par exemple *Grewia tenax*, et *Stereospermum kunthianum* (LE HOUEROU, 1980).

3.1.2. Choix alimentaire des aliments

L'appetibilité des fourrages, comme beaucoup d'auteurs l'ont souligné, est fonction du choix alimentaire des animaux. Ainsi, , les animaux recherchent en général les plantes sucrées, les plantes non aromatiques, les graminées aux chaumes moelleux, les plantes riches en azote BOUDET (1991).

Ce choix alimentaire est aussi fonction de l'espèce animale (tableau 4).

Tableau 4 : Composition moyenne du régime alimentaire des petits ruminants (FIELD, 1979 in LE HOUEROU, 1980)

| Ration | arbres | arbustes | arbrisseaux | herbes | graminées | litières de feuilles |
|---------|--------|----------|-------------|--------|-----------|----------------------|
| Ovins | 2,6 | 6,7 | 23,7 | 29,6 | 36,9 | 0,5 |
| Caprins | 14,6 | 15,0 | 22,5 | 22,0 | 25,0 | 0,5 |

Figure 1 : Composition du pâturage et du régime alimentaire des caprins, des ovins et des bovins à Vindou (Sénégal) (GUERIN *ET AL.*, 1988)

Les ovins consomment ainsi environ 33 p.100 de ligneux et 66,5 p.100 d'herbacées et les caprins 52,4 p.100 et 47 p.100 respectivement. Les caprins consomment plus de ligneux et moins d'herbacées que les ovins. Au Sénégal, GUERIN *ET AL.* (1988) ont montré que les ovins consomment les feuilles tombées au sol, les caprins consomment les feuilles de ligneux à hauteur de 50 à 75 p.100 de leur ration tandis que les bovins, eux, sont attirés par les pailles de graminées naturelles pauvres en azote (Figure 1).

3.2. Production de biomasse

Dans l'étude des fourrages ligneux, la production est généralement ignorée (CISSE, 1980) et ce n'est que récemment qu'elle a suscité de l'intérêt (BILLE, 1980). En effet, peu d'études ont porté sur l'évaluation de la biomasse (BILLE, 1980 ; CISSE, 1980 ; LE HOUEROU, 1980 ; KIEMA, 1991 ; BOUDET, 1991). Cela est dû au fait qu'il existe en réalité un sérieux problème de méthodologie concernant la production de la biomasse fourragère ligneuse. La difficulté d'évaluation de la biomasse est due à la durée des mesures et les résultats obtenus ne sont pas très fiables du fait des variations dues à la topographie, au type de sol, à l'état du ligneux (sain ou non), végétatif et aux variations climatiques (KABORE-ZOUNGRANA, 1995 ; BILLE, 1980).

Cependant, CISSE (1980), après avoir étudié 6 types de ligneux (*Acacia albida*, *Acacia seyal*, *Pterocarpus lucens*, *Ziziphus mauritiana*, *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*) a pu établir des équations prédictives (abaques) permettant d'évaluer leur production fourragère avec des bonnes corrélations ($0,86 < r < 0,98$).

Les équations se présentent sous la forme :

$$\log y = a \log x + b \quad \text{ou} \quad y = c x^a \text{ avec}$$

y = biomasse

x = mesure physique (hauteur, circonférence du tronc, surface de la couronne,...)

a, b et c = constantes spécifiques et stationnelles propres à chaque espèce.

La meilleure corrélation a été trouvée pour x égal à la circonférence du tronc (valeur prise à 40 cm du sol) sauf pour *Balanites aegyptiaca* où la hauteur de l'arbre a offert de meilleurs résultats.

L'auteur, lui-même émet des réserves quant à la généralisation de ses résultats et propose de mener d'autres études afin de maîtriser tous les aspects nécessaires à la fiabilisation de ses données.

*En ce qui concerne les fruits, il est bon de savoir qu'ils occupent en effet une part importante dans la production de la biomasse en ce sens que pour les *Acacia* par exemple, ils peuvent représenter pour jusqu'à un quart de la production annuelle (BILLE, 1980).

III. VALEUR NUTRITIVE DES LIGNEUX FOURRAGERS

Au fur à mesure, beaucoup d'auteurs font montre de plus d'attention envers l'utilisation éventuelle des ligneux comme fourrages. Preston (1989) attire l'attention du tiers-monde sur l'utilisation des arbres et arbustes fourragers comme éléments principaux dans l'alimentation des ruminants ; utiliser les arbres et arbustes fourragers sous-entend une meilleure connaissance de leurs compositions chimiques .

Pour que les animaux obtiennent de bonnes performances, leur alimentation doit au moins contenir un taux minimum d'azote ou de protéines et d'autres éléments essentiels. Ce qui fait que l'un des critères de choix d'une espèce ligneuse fourragère réside dans son adéquate valeur nutritive facilement stockable et sa faible teneur en produits toxiques tels que les tannins (AUDRU, 1987). Ainsi, la détermination de la composition chimique permettra de savoir quels sont les ligneux fourragers susceptibles d'être intéressants du point de vue nutritionnel.

1. COMPOSITION CHIMIQUE

1.1. Teneur en protéines

Elle est la caractéristique la plus importante de l'appréciation de la valeur nutritive d'un aliment. Il existe un taux minimal d'azote (7 p.100 de MS) en-dessous duquel le fonctionnement de la microflore est déficient (MILFORD et MINSON, 1965). Cette teneur minimale correspondrait selon BOUDET (1991) à 25 g de MAD si l'on veut couvrir les besoins d'entretien des bovins. Beaucoup de travaux ont été effectués pour la détermination de la valeur azotée des ligneux, le tableau 5 donne une illustration de certains résultats.

En Afrique de l'Ouest, il a été rapporté pour des ligneux, des teneurs moyennes en MAT allant de 12,5 p.100 de MS à 20 p.100 de MS (LE HOUEROU, 1980). Au Burkina Faso, des teneurs en MAT de 12,7 à 17,95 p.100 de MS ont été trouvées pour tous les ligneux (GUINKO *ET AL.*, 1995 cités par SAWADOGO, 2000).

Les teneurs en MAT varient selon le groupe végétal considéré. Ainsi, BOGNOUNOU (1994) citant WOOT-TSUEN WU *ET AL.* (1970) rapporte pour la zone soudano-sahélienne des teneurs extrêmes de 3,0 à 23,2 p.100 de MS pour le cas particulier des Capparidacée réputées être la famille la plus riche de toutes en protéines (LE HOUEROU, 1980 ; MIRANDA, 1989). Au sein d'une même famille, les individus diffèrent les uns des autres ; ainsi, BREMAN *ET AL*

(1991) indiquent une teneur en PB de 36 p.100 de MS pour *Maerua crassifolia* (Capparidacée) dans la zone sahélienne.

D'une façon générale, il ressort que les feuilles ont les teneurs les plus élevées en azote et en macro éléments (minéraux). WILSON, (1969) nous donne pour une même espèce, une différence allant de 7 à 17 p.100 de PB entre les jeunes feuilles et les feuilles plus âgées. Les variations constatées des teneurs en MAT sont significatives et leurs facteurs multiples (tableau 6). A titre d'exemple seront cités : le stade phénologique, l'espèce végétale, la famille, l'organe végétatif, la zone écologique et la saison (KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

Tableau 5 : Teneurs en Matières Azotées et des constituants pariétaux de quelques ligneux et graminées (p.100 de MS)

| Espèces | MAT | CB | NDF | ADF | ADL | Références |
|----------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---|
| Tous ligneux | 5.6 - 26.8 | 11.0 - 28.9 | ----- | ----- | ----- | BOUDET, 1991 (N-Soud.) |
| | 12.5 | 18.3 | 27.51 - 48.47 | ----- | ----- | LE HOUEIROU, 1980 (A. O.) |
| | 13.3 | 29.3 | 25.32 - 61.67 | 16.43 - 28.63 | ----- | LE HOUEIROU, 1980 (A. E.) |
| | 9.38 - 19.51 | ----- | 24.39 - 41.18 | 15.42 - 51.85 | 3.59 - 12.43 | KIEMA, 1991 (N-Soud., B.F.) |
| | 4.11 - 14.64 | ----- | 25.32 - 61.67 | 15.42 - 51.85 | 4.97 - 29.34 | SAWADOGO, 2000 (Sahel, B.F.) |
| | 8.46 - 22.83 | ----- | 20.7 - 56.8 | ----- | 3.67 - 14.49 | OUEDRAOGO, 1992 (N-Soud., B.F.) |
| | 12.7 - 17.95 | ----- | ----- | 10.9 - 38.2 | ----- | GUINKO <i>ET AL.</i> , 1989 (Sahel, B.F.) |
| | 8.5 - 22.3 | 10.6 - 26.2 | 207 - 568 | 10.9 - 382 | 2.4 - 20.8 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |
| | Légumineuses | 16.8 | 22.7 | ----- | ----- | ----- |
| 14.8 | | 28.8 | ----- | ----- | ----- | LE HOUEIROU, 1980 (A. E.) |
| 14.4 | | 19.29 | 38.50 | 25.22 | 10.21 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |
| Capparidaceae | 20.7 | 17.40 | ----- | ----- | ----- | LE HOUEIROU, 1980 (A. O.) |
| | 20.7 | 23.7 | ----- | ----- | ----- | LE HOUEIROU, 1980 (A. E.) |
| | 3.0 - 23.2 | 1.0 - 4.1 | ----- | ----- | ----- | **WOOT-TSUEN WU, 1970 (Z. Sahélo-soud.) |
| Graminées | 3.38 - 8.33 | 25.8 - 52.23 | 55.33 - 85.65 | 36.4 - 45.3 | 4.03 - 7.03 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |
| | 3.49 - 9.25 | ----- | ----- | ----- | ----- | GUINKO <i>ET AL.</i> , 1989 (Sahel, B.F.) |
| Graminées annuelles | 1.5 - 16 | 25.89 - 45.3 | ----- | ----- | ----- | BOUDET, 1991 (Sahel) |
| | 0.92 - 22.15 | 25.89 - 50.78 | 73.17 | 40.51 | 4.37 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |
| Graminoïdes vivaces | 2.8 - 21 | 25.1 - 42.3 | ----- | ----- | ----- | BOUDET, 1991 (N-Soud.) |
| | 1.53 - 11.84 | 30.79 - 52.23 | 77.58 | 43.77 | 6.42 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |

(** = cité par BOGNOUNOU, 1994) N-Soud.= nord-soudanien A.O et A.E.= Afrique de l'Ouest et de l'Est

Tableau 6 : Critères de variations (p.100 de MS) des teneurs en Matières Azotées et en constituants pariétaux

| Critères de variations | MAT | CB | MM | ADF | NDF | ADL | Références |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|------------|------------------------|
| Espèce | | | | | | | |
| <i>Boscia senegalensis</i> | 21.7 | 20.0 | 7.6 | --- | --- | --- | LE HOUEROU, 1980 |
| <i>Pterocarpus lucens</i> (8) | 14.5 | 25.0 | 7.5 | --- | --- | --- | LE HOUEROU, 1980 |
| Stade phénologique | | | | | | | |
| <i>Ziziphus mauritiana</i> | | | | | | | |
| feuilles | 16.53 | 18.69 | 74 | 23.29 | 38.67 | 70.7 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| feuilles + fruits | 12.61 | 17.01 | 90 | 21.52 | 35.27 | 76.1 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| Organe | | | | | | | |
| <i>Acacia raddiana</i> (Niger) | | | | | | | |
| feuilles sèches | 17.9 | 17.2 | 7.7 | --- | --- | --- | LE HOUEROU, 1980 |
| fruits secs | 15.1 | 24.7 | 6.4 | --- | --- | --- | LE HOUEROU, 1980 |
| Zone écologique | | | | | | | |
| zone semi-aride (20) | 10 - 38.1 | --- | --- | --- | 15 - 63 | 2.7 - 22.3 | *RITTNER et REED, 1992 |
| zone subhumide (28) | 4.4 - 25.6 | --- | --- | --- | 24 - 60 | 3.9 - 22.9 | *RITTNER et REED, 1992 |
| Saison | | | | | | | |
| <i>Acacia macrostachya</i> | | | | | | | |
| Saison Pluvieuse | --- | 18.34 | 35.79 | 36.04 | 51.32 | 15.92 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| Saison Sèche Froide | --- | 15.01 | 37.67 | 33.24 | 47.75 | 15.45 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| Famille | | | | | | | |
| Légumineuses (29) | 4.43 - 12.09. | 13.52 - 28.26 | 10.32 - 19.92 | 25.22 | 38.5 | 10.21 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| | --- | 10 - 32 | --- | 17 - 54 | 15 - 44 | 5 - 21 | KONE ET AL., 1987 |
| Autres ligneux (60) | 7.05 - 16.76 | 15.24 - 26.10 | 9.54 - 26.23 | 23.44 | 36.67 | 85.6 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| | --- | 9 - 35 | --- | 16 - 48 | 21 - 62 | 3 - 23 | KONE ET AL., 1987 |

(* = cités par KABORE-ZOUNGRANA, 1995)

les chiffres () indiquent le nombre d'échantillons

Tableau 7 : Eléments minéraux des ligneux et des graminées (exprimés en p.100 de MS)

| Espèces | MM | P | Ca | K | Mg | Ca/p | Références |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Tous ligneux | 4,49 - 15,75 | 0,16 - 0,34 | 1,1 - 2,3 | --- | --- | 0,2 - 1,4 | GUINKO <i>ET AL.</i> , 1989 (Sahel, B.F.) |
| | 4,1 - 19,2 | 0,14 - 1,26 | 0,62 - 8,26 | 0,59 - 3,57 | 0,24 - 1,07 | 0,32 - 1,73 | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |
| | 10,9 | 0,15 | 1,68 | 1,47 | 0,60 | 11,2 | LE HOUEROU, 1980 (A. O.) |
| | 10,9 | 0,20 | 1,82 | 1,66 | | 9,18 | LE HOUEROU, 1980 (A. E.) |
| Légumineuses | 6,8 | 0,25 | 1,29 | 1,35 | 0,33 | 5,1 | LE HOUEROU, 1980 (A. O.) |
| | 8,1 | 0,26 | 1,82 | 1,19 | --- | 7,0 | LE HOUEROU, 1980 (A. E.) |
| Capparidaceae | 13,9 | 0,11 | 1,6 | 2,0 | 0,7 | 14,5 | LE HOUEROU, 1980 (A. O.) |
| | 10,5 | 0,17 | 0,7 | 2,0 | --- | 4,1 | LE HOUEROU, 1980 (A. E.) |
| | 0,9 - 5,2 | 0,01 - 0,33 | 0,03 - 0,41 | --- | --- | --- | ***WOOT-TSUEN WU, 1970 (Z. Sahélo-soud.) |
| Graminées | 3,64 - 12,7 | 0,03 - 0,41 | 0,18 - 0,69 | --- | --- | --- | GUINKO <i>ET AL.</i> , 1989 (Sahel, B.F.) |
| | 6,10 - 12,7 | 0,13 - 0,36 | 0,2 - 0,47 | 0,83 - 3,08 | 0,2 - 0,47 | --- | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 (N-Soud., B.F.) |

(** = cité par BOGNOUNOU, 1994) N-Soud.= nord-soudanien A.O et A.E.= Afrique de l'Ouest et de l'Est

1.2. Teneur en éléments minéraux

En Afrique de l'ouest, les fourrages ligneux sont riches en éléments minéraux non silicatés (8,7 p.100), offrant ainsi des taux intéressants de Mg, P, Ca et K respectivement 0,15 p.100, 0,6 p.100, 1,6 p.100 et 1,5p.100 (MIRANDA, 1989). Ces valeurs ont été confirmées par les travaux de BODJI (1987) qui a obtenu, après des analyses portant sur 9 ligneux, des teneurs en Ca allant de 0,59 à 3,42 p.100 de MS, 0,05 à 0,25 p.100 pour le P et 0,8 à 2,12 p.100 pour le K. Les fourrages ligneux (Tableau 7) sont caractérisés par une forte teneur en Ca (1,3 p.100 de MS environ) et une teneur en P (0,12 p.100 de MS) proche de celle des graminées en début de saison sèche (KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

f

1.3. Teneur en constituants pariétaux

Les constituants pariétaux constituent un des facteurs les plus importants de la valeur nutritive des aliments du bétail d'autant plus qu'ils entretiennent une relation étroite avec l'ingestion et la digestibilité des fourrages ; ce qui justifie leur détermination (MIRANDA, 1989).

D'une manière générale, les ligneux ont des teneurs en CB, NDF et ADF inférieures à celles des graminées (Tableau 6). Des teneurs moyennes en CB de 33,2 p.100 de MS et en NDF de 56,8 p.100 de MS ont été trouvées en Afrique de l'Ouest (BODJI, 1987 ; KONE ET AL, 1987 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Cependant, les teneurs en ADL de ces ligneux sont largement supérieures à celles des herbacées ; autrement dit, les fourrages ligneux sont plus lignifiés que les fourrages herbacés. Ainsi, les herbacées ont des degrés de lignification allant de 4 à 12 p.100 tandis que chez les ligneux, les valeurs évoluent de 12 vers 30 p.100 voire p.100 pour certaines espèces.

D'une manière générale, les gousses auraient des teneurs en NDF, ADF et ADL plus élevées que les feuilles. Ainsi, avec les gousses de *Acacia raddiana* et *Bauhinia rufescens* présentent les teneurs en ADL de 14,45 p.100 et 9,95 p.100 de MS contre 13,94 p.100 et 8,16 p.100 de MS au niveau des feuilles. Cependant, il peut arriver que pour un ligneux donné, les feuilles soient plus lignifiées que les gousses (LAMBERT ET AL., 1989 ; OUEDRAOGO, 1992).

IV. PROBLEME D'UTILISATION DES LIGNEUX FOURRAGERS

1. L'ACCESSIBILITE

En vue de l'utilisation des fourrages ligneux pour l'alimentation du bétail, l'accessibilité est l'un des premiers aspects qu'il convient d'aborder (LAWTON, 1980). En effet, contrairement à la tendance générale, seule une faible proportion du matériel végétal est utilisée par les ruminants (HIERNAUX, 1980 ; PELLEW, 1980 ; WALKER, 1980) ; elle équivaut à moins de 1 p.100 de la biomasse ligneuse totale (WALKER, 1980). La quasi totalité de la biomasse accessible (presque 100 p.100) se situe jusqu'à 2 m au-dessus du sol et au-delà de cette hauteur, la biomasse n'est plus accessible.

WALKER (1980), après des observations, a trouvé que de 0 à 1 m, 85,4 p.100 de la biomasse ligneuse sont consommés ; de 1 à 2,5 m, 10 p.100 sont consommés et seulement 4,2 p.100, de 2,5 m à 5 m. Cela peut alors justifier l'émondage de certains ligneux comme *Pterocarpus lucens*, *Acacia raddiana* lorsqu'ils atteignent des hauteurs inaccessibles pour les animaux. Il faut ajouter qu'environ 20 p.100 seulement de la biomasse totale des ligneux se situe en-dessous de 2 m (PELLEW, 1980).

Il faut également noter que certaines espèces comme *Acacia sp.*, *Balanites sp.*, *Ziziphus sp.*, à cause de leurs épines ne peuvent pas être exploités par tous les ruminants. Aussi, certains arbustes comme le genre *Grewia* possède un bon potentiel végétal, mais à cause de sa concentration à la crête devient difficilement accessible aux herbivores domestiques PELLEW (1980).

2. INGESTION

Les ligneux fourragers sont certes d'importantes sources d'azote mais ils posent également de sérieux problèmes d'utilisation. En effet, les feuilles de ligneux surtout contiennent des facteurs dits antinutritionnels et antimétaboliques qui limitent leur ingestion et peuvent s'avérer mortels (MC LEOD, 1974 ; BARRY et BLANEY, 1987). Ce sont des composés végétaux secondaires qui peuvent être de nature diverse : tannins, phénols, anthocyanes, mimosine, phytoestrogènes. Une grande proportion d'arbres africains sont tannifères 85 échantillons sur 93 prélevés en Ouganda et au Cameroun (GARTLAN ET AL., 1991).

Les tannins agissent sur les protéines et affectent la palatabilité, l'ingestion et la digestibilité des fibres (KUMAR et VAITHIYANATHAN, 1989; KABORE-ZOUNGRANA, 1995), l'utilisation de l'azote avec pour conséquence majeure, une diminution des performances zootechniques des animaux.

Les chèvres, réputées être les herbivores les moins sélectifs acceptent rarement plus de 5 p.100 de tannins (MC NAUGHTON, 1987).

En 1983, PAUDA *ET AL* ont montré l'effet de la concentration en tannins des ligneux en utilisant des chèvres. En effet, l'ingestion volontaire des feuilles du *Ficus religiosa* contenant 0,7 p.100 de tannins a été de 5,19,kg/100 kg Poids Vif contre 0,81 kg/100 kg PV avec *Eugenia jambolana*, contenant 6,5 p.100 de tannins.

Dans une revue, KUMAR et VAITHIYANATHAN (1989) ont montré que la faible dMA des feuilles de ligneux pourrait être due à la forte teneur en tannins qu'elles contiennent. Par ailleurs, une corrélation étroite a été établie entre la dMS des feuilles de chênes (*Quercus macrocarpa*) et la concentration en tannins ; la réduction de la digestibilité de la MS étant une conséquence de celle des constituants cellulaires.

Par contre, les tannins ne semblent pas affecter la teneur en Ca et en P mais auraient une influence sur la disponibilité en soufre (KUMAR et VAITHIYANATHAN, 1989).

Les facteurs de variations des teneurs en tannins sont multiples : la concentration en tannins des feuilles diminuerait avec l'âge ; par ailleurs, les feuilles fortement ensoleillées de *Quercus coccifera* contiendraient plus de tannins. Leur synthèse serait due à une enzyme (phénylalanine ammonialyase) qui, dans le cas des plantes ombragées synthétise par contre de la lignine (KOUKOURA, 1987).

V. ESSAI D'ALIMENTATION DES RUMINANTS PAR LES LIGNEUX

Les fourrages, bonnes sources de protéines, interviennent de plus en plus dans les rations d'entretien et d'embouche des ruminants.

Citant BARNARD *ET AL.* (1992) et ANUGWA (1990), KABORE-ZOUNGRANA (1995) rapporte que l'évolution pondérale des animaux suite à l'ingestion des ligneux pouvait être positive ou négative en égard aux espèces ligneuses utilisées et aux quantités ingérées. A ce propos, *Ziziphus mauritiana*, distribué à des ovins comme seul aliment a fait baisser leur poids à raison de 20,6 g/j (KABORE-ZOUNGRANA, 1995). De même, en alimentant des agneaux Rambouillet en Australie avec *Ziziphus nummularia*, NATH *ET AL.* (1969) enregistrent des pertes allant de 2 à 3,7 kg en 58 jours soit 34,5 g/j à 63,8 g/j. par contre, des GMQ de l'ordre de 450 g à 713 g chez des bovins nourris au pâturage à fourrés d'*Acacia* en Ethiopie ont pu être enregistrés.

En situation réelle, les fourrages ligneux sont toujours complétés par des herbacées. Ainsi, en associant du foin de *Pennisetum pedicellatum* à 3 types de ligneux, KABORE-ZOUNGRANA (1995) obtient chez les ovins un GMQ de 116 g avec *Balanite aegyptiaca*. GUINKO (1991) a rapporté que des bovins de race Azawak, nourris exclusivement avec de la paille et des feuilles et fruits de ligneux dont *Acacia raddiana* à la station expérimentale de Toukounous au Niger, arrivaient à couvrir leur besoin d'entretien, certains prenant même du poids. Au Nigeria, un mélange de foin de *Panicum maximum* + 5 espèces ligneuses, distribués à des ovins et caprins a permis d'obtenir des GMQ respectifs de 90 g et 120 g (CAREW *ET AL.*, 1980).

D'autres auteurs (ZOUNDI *ET AL.*, 1996 ; SAVADOGO, 1997 ; SEDEGO, 1999 ; SOUBEIGA, 2000) ont testé et montré l'avantage de l'adjonction aux produits ligneux et à la paille, de concentrés ou de son. Ainsi, SEDEGO (1999) associe des gousses d'*Acacia raddiana* a obtenu un GMQ de 126 g chez ses ovins contre 77 g pour ceux nourris exclusivement avec *Acacia raddiana*. Il rend compte d'une meilleure valorisation des produits ligneux pour un taux d'incorporation de 40 p.100 tandis qu'une valeur de 30 p.100 est rapportée (IVORY, 1989).

CONCLUSION

Dans les zones à haute densité de peuplement humain, les pâturages deviennent rares voir inaccessibles créant ainsi des difficultés quant à la satisfaction des besoins du bétail (AUDRU, 1987). De même, dans les zones arides et semi-arides beaucoup marquées par les sécheresses antérieures, les éleveurs sont confrontés à des problèmes similaires pour l'alimentation de leurs troupeaux ; en année défavorable, toutes ces contraintes liées au déficit alimentaire aggrave le surpâturage (SICOT et GROUZIS, 1981).

Beaucoup de travaux ont été mené dans un souci d'utiliser les ressources locales pour l'amélioration de l'alimentation du bétail et d'en déduire le coût de production. Le choix de la ressource locale s'est porté sur les ligneux fourragers. Grâce à la distribution spatiale et temporelle de leurs productions tout au long d'une année, ils offrent de par leurs valeurs nutritives, un plus grand intérêt que les herbacées d'autant plus que leur croissance n'est pas intimement liée à la pluviosité (KONE ET AL., 1987).

Cependant, l'évaluation de la biomasse fourragère consommable des ligneux à l'opposé des herbacées, connaît quelques difficultés d'application à cause de leurs morphologies spécifiques changeant avec le site écologique mais surtout le mode d'exploitation.

Comme beaucoup de pays en voie de développement, le Burkina Faso dispose de potentialités fourragères très intéressantes en terme de ligneux qui ne sont malheureusement pas exploités de façon efficiente. Aussi, du fait de leur faible possibilité de régénération due à la dégradation du milieu, un effort devrait être consenti en matière de gestion et d'utilisation de ces ressources locales.

I. DESCRIPTION DES ESPECES ETUDIEES

Les deux sites de cette étude ont été choisis selon un des critères d'étude de phénologie de GROUZIS et SICOT (1980) : l'abondance du (des) taxon(s) sur le site à étudier. La deuxième motivation de ce choix repose sur le fait que beaucoup d'études de phénologie ont uniquement concerné des stations non perturbées, ce qui rend les résultats relativement exploitables (idéals surtout pour l'implantation de banques fourragères). Pour notre part, nous avons préféré une étude de phénologie en zone exploitée par un troupeau mixte (ovins, bovins, caprins, rarement camelins) car en vérité, il existe peu de sites non perturbés au Sahel et un suivi phénologique de ligneux fourragers en situation réelle serait d'un apport non négligeable pour la gestion et l'exploitation de ces sites à des fins pastorales.

Le choix des espèces a été guidé par l'abondance (*Acacia raddiana*, *Pterocarpus lucens*, *Commiphora africana*, *Grewia flavescens*), l'appétibilité (*Maerua crassifolia*). Il faut noter que pratiquement aucune étude de ce genre à notre connaissance n'a concerné *Pterocarpus lucens* et *Maerua crassifolia* dans cette région.

Le tableau 9 généralités donne pour chaque espèce, ses caractères botaniques, sa répartition géographique et ses utilisations socio-économiques.

Tableau 9 : Description des ligneux fourragers étudiés (VON MAYDELL, 1992 ; IBPGR, 1984)

| Espèce | Synonymes | Description botanique | Répartition géographique | Utilisations |
|---|--|--|--|---|
| <i>Acacia raddiana</i> Savi (Mimosaceae) | <i>Acacia tortilis</i> Hayne, <i>Acacia fasciculata</i> Guill. et Perrott., <i>Acacia tortilis</i> (Forsk.) Hayne ssp <i>raddiana</i> (Savi) Brenan, <i>Acacia tortilis</i> Hayne var. <i>pubescens</i> A. Chev. | Arbre de 8 à 10 m, rarement 20 m, couronne étalée avec rameaux pendants. Tronc brun foncé. Paire d'épines axillaires, droites, blanches de 2 à 10 cm. Feuilles bipennées alternes avec 2 à 5 paires de pinnules de 6 à 15 paires de folioles. Fleurs blanchâtres ou jaune clair. Gousses spiralées de 10 à 15 cm de long et 5 cm de large. | Régions arides et semi-arides au Sud et Nord du Sahara avec pluviosités allant de 50 à 1000mm, du Sénégal à l'Afrique orientale et l'Arabie du Sud. Rencontrés sur glacis, sols ferrugineux et alcalins ou sur limons sableux. Marque la frontière avec le désert. | Bois de chauffe et charbon, clôture, bois d'œuvre, Fourrage (fruits, feuilles parfois) pour tous ruminants. Médecine locale (feuilles, écorce). |
| <i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl. (Burseraceae) | <i>Heudelotia africana</i> A. Rich., <i>Commiphora pilosa</i> Engl., <i>Commiphora calcicola</i> Engl., <i>Balsamodendron</i> <i>africanum</i> Arn. | Petit arbre de 3 à 5 m, rarement 10 m à feuilles caduques, ramifié, Ecorce verte ou brun foncé. Rameaux pubescents à aiguillons. Feuilles à long pétiole poilu et 3 à 5 folioles. Fleurs rouges. Fruits ronds ou elleptiques, rouges à maturité. | Forêts sèches, savanes et Sahel. Afrique tropicale sèche entière sauf forêts humides, sur plaines sableuses ou versants rocheux, sols argileux, latéritiques ou calcicoles. | Bois d'œuvre, combustible et charbon, Médecine (cendres de tronc, feuilles, écorce), Fourrage (feuilles) pour chameaux et chèvres, Fruits pour cosmétique et résine pour cosmétique, insecticide. |

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| <p><i>Grewia flavescens</i> Juss. (Tiliaceae)</p> | <p><i>Grewia guazumifolia</i> A. Chev., <i>Grewia pilosa</i> Lam., <i>Vinticina flavescens</i> (Juss.) Burret</p> | <p>Arbre sarmenteux avec rameaux pendants (3 à 4 m) quadrangulaires, pubescents, rugueux. Feuilles allongées, elliptiques, rugueuses sur les 2 faces. Corymbes de 2 ou 3 fleurs jaunes axillaires. Fruits quadrilobés ou bilobés, sphériques, brunâtres à maturité.</p> | <p>Afrique tropicale semi-aride et subhumide. Rencontré sur crêtes rocheuses, près des mares, sols argileux crevassés, sur sables et cuirasses latéritiques.</p> | <p>Fourrage occasionnel (feuilles), Fruits comestibles, Médecine (écorce de racines).</p> |
| <p><i>Maerua crassifolia</i> Forsk. (Capparidaceae)</p> | <p><i>Maerua rigida</i> R. Br., <i>Maerua senegalensis</i> R. Br.</p> | <p>Petit arbre de 6 à 10 m; Ecorce lisse, gris foncé; Feuilles ovées, à pétiole court, alternes, vertes et pubescentes ; Fleurs en fascicules de 1, 2 ou 3 ; Gousses allongées brunes, étranglées entre les graines</p> | <p>Au Nord et au Sud du Sahara jusqu'en Arabie dans la zone semi-aride. Rencontrée sur sols secs de brousse épineuse sahélienne, sur sables, Souvent buissonnant et mutilé par le bétail.</p> | <p>Bois pour instruments de travail, Fourrage (feuilles) pour tous ruminants, Fruits comestibles, Médecine locale (feuilles).</p> |
| <p><i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. Et Perrott. (Fabaceae)</p> | <p><i>Pterocarpus abyssinicus</i> Hochst., <i>Pterocarpus simplicifolius</i> Bak.</p> | <p>Arbuste de 3 à 4 m rarement 12 m ; Ecorce foncé ; Feuilles à forme variable, caduques, alternes imparipennées de 1 à 9 folioles ; Fleurs jaunes, glabres, en racèmes ; Gousses ovées, brun clair, aplatie avec 1-2 graines</p> | <p>Régions sahélienne et soudanienne ; du Sénégal au Soudan, Ethiopie, Afrique centrale. Terrains secs, pierreux, gravillonnaires latéritiques ou ferrugineux.</p> | <p>Feuilles comestibles, Fourrage (feuilles et gousses), Bois pour instruments, Bois de chauffe, Médecine locale (écorce).</p> |

II. PHENOLOGIE

La phénologie s'occupe des modifications cycliques ou saisonnières subies par les organes végétaux durant une durée donnée.

L'importance du suivi phénologique réside dans le fait qu'il permet de déterminer la ou les périodes de l'année pendant lesquelles le matériel végétal appeté à savoir les feuilles, les fleurs, les gousses, est disponible pour les animaux et sa production intéressante .

Diverses méthodes et approches existent quant à l'étude de la phénologie ; elles sont fonction de l'organisme étudié, de l'échelle de l'étude et enfin des objectifs visés.

La méthodologie utilisée ici consiste à noter l'évolution des paramètres considérés à savoir la feuillaison, la floraison et la fructification. Ainsi, dix (10) pieds représentatifs de chacune des espèces suivantes ont fait l'objet de cette étude, il s'agit de : *Acacia raddiana* Savi, *Pterocarpus lucens* Lepr., *Maerua crassifolia* Forsk., *Commiphora africana* (A. Rich.) Engl. et *Grewia flavescens* Juss ; soit au total une cinquantaine de pieds repartis comme suit :

| | Site expérimental de Bougou | Site expérimental de Katchari |
|---------|---|---|
| Espèces | <i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl <i>Grewia flavescens</i> Juss. <i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. | <i>Acacia raddiana</i> Savi <i>Maerua crassifolia</i> Forsk. |

Les observations se font régulièrement tous les quinze (15) jours sur les mêmes individus et portent sur les stades de feuillaison, de floraison et de fructification. Ces trois stades, afin de faciliter leur suivi, ont été subdivisés en phases que voici :

- Stade de Feuillaison :
- Fe0 = absence de feuilles
 - Fe1 = début de feuillaison (déploiement des bourgeons foliaires)
 - Fe2 = pleine feuillaison
 - Fe3 = fin de feuillaison (sénescence et chute des feuilles)

Stade de Floraison : F11 = début de floraison
F12 = pleine floraison
F13 = fin de floraison

Stade de Fructification : Fr1 = début de fructification
Fr2 = pleine fructification
Fr3 = fin de fructification.

En fonction des stades, les différents états des organes végétaux sont relevés sur une fiche d'évaluation et les résultats seront présentés sous forme de phénogrammes.

;

III. COMPOSITION CHIMIQUE

Les pieds recensés pour le suivi phénologique seront aussi utilisés pour l'étude de la composition chimique. Elle aura pour objectif la détermination de la période de production maximale en éléments nutritifs, période idéale également pour la coupe et la conservation du fourrage ligneux.

A chaque observation phénologique, un échantillon de feuilles et accessoirement de fruits (gousses) sont recueillis sur chaque pied, mis dans des sachets par espèce et mélangés puis séparés en deux portions inégales.

La première, la plus petite, est pesée, mise à sécher dans une étuve à 105°C pendant 24 heures au moins et pesée à nouveau ; l'opération est répétée jusqu'à stabilisation du poids afin de déterminer la quantité de matière sèche (MS) disponible par organe (feuille ou gousse).

La seconde, plus importante (de l'ordre de 250 à 500g de MS) sera séchée à l'ombre sous un hangar et subira des analyses qui permettront de déterminer :

- ⇒ les cendres totales (Matières Minérales) par calcination de la MS dans un four à 550°C,
- ⇒ les Matières Azotées Totales (MAT) encore appelées l'Azote selon Kjeldhal auquel on applique le coefficient 6,25 ;
- ⇒ les papiers selon Van Soest : ce sont les Fibres Totales (Neutral Detergent Fiber), la Lignocellulose (Acid Detergent Fiber) et la Lignine (Acid Detergent Lignin), dosé directement sur l'ADF.

On obtient alors par déduction :

- > la Matière Organique (MO) = 100 - MM
- > l'Hémicellulose = NDF - ADF
- > la Cellulose = ADF - ADL.

L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel STATISTICA ; les moyennes ont été séparées par le test de LSD.

2.2.2. Les constituants pariétaux

Une forte corrélation prévaut entre les digestibilités du NDF et de l'ADF, de plus ces dernières diminuent avec l'augmentation de leur lignification (OUEDRAOGO, 1992).

La digestibilité des constituants pariétaux est très variable. Ainsi, KABORE-ZOUNGRANA (1995) a obtenu des valeurs de digestibilité du NDF oscillant entre -6 p.100 et 65 p.100. Des dNDF de plus faibles amplitudes ont été trouvées par OUEDRAOGO (1992) 24 p.100 à 63 p.100. Dans le même ordre de grandeur, KIEMA (1991) trouve des variations des dNDF allant de -7p.100 à 76 p.100.

Tableau 8 : Valeur de digestibilité des ligneux et des graminées (exprimées en p.100 de MS)

| Groupes | dMS | dMO | dMA | dNDF | dADF | dADL | Références |
|------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|-------------------|---|
| Ligneux | | | | | | | |
| Saison Pluvieuse | | 70 | | | | | *GUERIN <i>ET AL.</i> , 1991 |
| Saison Sèche | | 40-50 | | | | | *GUERIN <i>ET AL.</i> , 1991 |
| feuilles | 23 à 76 14 à 64 | 23 à 78 17 à 70 | -37 à 66 -62 à 79 | -7 à 76 -6 à 65 | -12 à 39 | -148 à -16 | KIEMA, 1991 KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |
| gousses | 45 à 62 44 à 59 45 | 50 à 63 41 à 61 47 | -4 à 80 53 à 74 -43 | 24 à 63 24 | -23 à 55 5 | -234 à -24 -26 | OUEDRAOGO, 1992 KABORÉ-ZOUNGRANA, 1995 SAWADOGO, 2000 |
| Graminées | | | | | | | |
| SC | | 47 à 74 | | | | | *RICHARD <i>ET AL.</i> , 1987 |
| SF | 30 à 67 | 30 à 66 | -43 à 68 | 32 à 77 | 26 à 69 | | KABORE-ZOUNGRANA, 1995 |

(* = cité par SAWADOGO, 2000)

2. DIGESTIBILITE DES FOURRAGES LIGNEUX

La composition chimique à elle seule ne peut être un critère de détermination de la valeur nutritive d'un aliment, elle a besoin d'être complétée par la connaissance de la digestibilité et de l'ingestion de cet aliment.

Selon certains auteurs (Lambert *et al.*, 1989), la digestibilité serait la composante la plus importante de la valeur nutritive du fait qu'elle indique la fraction de l'aliment qui est réellement utilisée par les animaux.

2.1. Digestibilité et ingestion

Il existerait une corrélation très étroite entre la digestibilité, l'ingestion et la fraction de fibres totales. En effet, l'ingestion volontaire diminuerait avec l'augmentation du taux de fibres (VAN SOEST et MARAUS, 1975) C'est ainsi que les petits ruminants en Côte d'Ivoire préfèrent les feuilles de *Ficus sp.*, plus faibles en CB que les autres ligneux (BODJI, 1987). Par ailleurs, l'ingestion baisserait très significativement au-delà d'une certaine teneur en fibres dans la ration : 60 p.100 (VAN SOEST, 1965) et 35 p.100 (COOPER et OWEN-SMITH, 1985). Cependant, il semble qu'il n'y ait pas de relations directes entre la teneur en MAT et l'ingestion des ligneux (KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

2.2. Composition chimique et digestibilité

Si comme elle l'indique la composition chimique permet la détermination des constituants des aliments, elle constitue également une source d'information quant à l'appréhension de certains phénomènes de la digestibilité. En effet, il existerait une corrélation entre la dMO et les teneurs en CB, en azote, lignine et cellulose (VAN SOEST, 1982).

Le tableau 8 indique quelques valeurs de digestibilité. Les dMS et dMO des ligneux sont relativement bonnes et oscillent entre 14 p.100 et 76 p.100 pour les dMS, puis entre 17 p.100 et 78 p.100 pour les dMO. Pour MC LEOD (1973), une digestibilité de MS de 50 p.100 est rarement atteinte au niveau des ligneux. Chez les graminées, les variations sont plus rigides : de 30 à 67 p.100 pour les dMS et 30 p.100 et 74 p.100 pour les dMO.

Les dMS et dMO subissent d'amples variations d'après les nombreuses études menées. Cependant, il ressort que l'évolution des ligneux suivant le mois de l'année et

l'organe sont les facteurs les plus importants de la variation de la digestibilité de MS ; le stade phénologique étant secondaire (KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

2.2.1. Digestibilité des MAT (dMA)

La valeur azotée d'un fourrage n'est pas seulement fonction de sa teneur en MAT car il existe une portion qui échappe à la dégradation dans le rumen des MAT et la digestion dans l'intestin grêle (KONE ET AL., 1987). De par ce fait, certains auteurs (BREMAN et DE RIDDER, 1991; KABORE-ZOUNGRANA, 1995) rapportent que la valeur azotée de certains ligneux ne résulte pas essentiellement de leur haute teneur en MAT. On observe alors une grande variabilité de la dMA. Ainsi, KONE ET AL. (1987) donnent une fourchette de 20 p.100 à 70 p.100 comme valeur de la dMA, valeur que confirme KABORE-ZOUNGRANA (1995) : 62 à 79 p.100. Des variations plus amples ont été obtenues par OUEDRAOGO (1992) : de -4 p.100 à 80 p.100 pour cinq espèces de ligneux. La dMA peut être négative ; c'est ainsi que SAWADOGO (2000) obtient pour les gousses de *Piliostigma reticulatum* une valeur moyenne de -43 p.100.

Ces différents écarts de valeurs sont fonction de l'espèce particulièrement et sont mieux expliqués par le taux de la lignine mais aussi la teneur en tannins des organes responsables de l'augmentation de la teneur en MAND (KABORE-ZOUNGRANA, 1995 ; KONE ET AL., 1987). Il semble que la dMA est meilleure chez les caprins comparativement aux ovins (WILSON, 1977) ce qui pourrait expliquer leur comportement alimentaire moins sélectif.

IV. DIGESTIBILITE DES FOURRAGES LIGNEUX

A/ LE MATERIEL

1. Les fourrages utilisés

Les essais de digestibilité ont concerné les feuilles de l'espèce *Khaya senegalensis* et les gousses de l'espèce *Pterocarpus lucens* : les feuilles sont récoltées au stade de pleine feuillaison et les gousses, à maturité. Ces fourrages séchés sont conservés sous un hangar les préservant de la moisissure et des insectes. Ils ont d'abord été distribués comme seul aliment puis associés à du foin de l'espèce *Andropogon gayanus*.

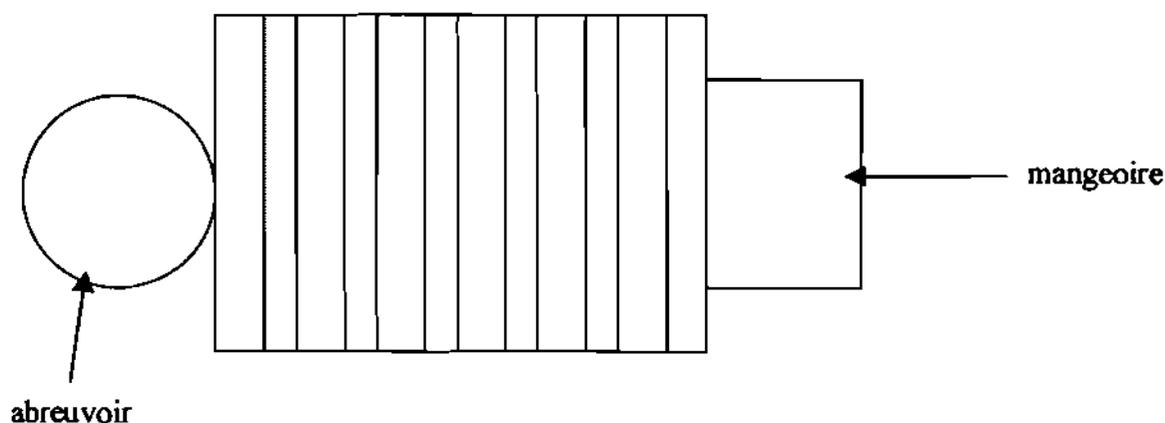
2. Les animaux d'expérience

Les animaux utilisés pour les expériences sont des moutons « djallonké » de type Mossi de 18 à 22 mois d'âge. C'est une espèce rencontrée du Sénégal à l'Afrique centrale. Les animaux sont de petit format (40 à 60 cm au garrot), à robe variée allant du blanc le plus pur au noir le plus sombre avec une prédominance pour le noir pie. La brebis pèse de 20 à 30 kg et le mâle, entre 25 et 35 kg ; ce dernier porte un camail.

Environnement : Pour les besoins de chaque expérience, les moutons ont été répartis en lots homogènes de 4 animaux.

Les animaux ainsi répartis sont maintenus dans des cages de métabolisme individuelles comportant à l'avant une mangeoire et à l'arrière un abreuvoir. Ces cages permettent de contrôler les quantités d'eau et d'aliments ingérés par les animaux et facilitent la récolte des fecès et des urines émises.

Figure 2 : Schéma d'une cage à métabolisme individuelle



B/ METHODES

1. La conduite de l'expérience

La durée d'une expérience est de 21 jours, scindée en deux phases :

- ⇒ Une phase d'adaptation des animaux qui dure 14 jours, permettant aux animaux de s'habituer à leur nouvel environnement et à la ration qui leur est offerte;
- ⇒ Une seconde phase dite phase de collecte s'étalant sur 7 jours et pendant laquelle les animaux sont équipés de culottes dites de digestibilité permettant de récolter séparément les fèces des urines.

2. Le rationnement des animaux

Les animaux sont alimentés deux fois par jour respectivement à 09h et à 15h. Les récoltes de fèces sont effectuées une fois par jour juste avant la première distribution des différentes rations.

Les sous-produits et les aliments concentrés présentent un certain nombre de problèmes quant à la mesure de leur digestibilité. En effet, la plupart de ces aliments, distribués seuls, fermentent trop rapidement et la teneur en fibres n'est pas assez élevée pour permettre au rumen un bon fonctionnement. Pour ce faire, ils doivent être associés à un fourrage, généralement du foin.

Avec les fourrages ligneux, le problème de mesure de la digestibilité est toujours posé. En effet, leur forte teneur en MAT et leur niveau d'ingestion relativement faible induisent une association avec des foins d'herbacées.

Diverses méthodes sont utilisées pour l'appréciation de la digestibilité des aliments. Les ligneux peuvent être considérés comme des concentrés et dans ce cas, la méthode la plus utilisée est celle de la digestibilité par différence.

A partir de la digestibilité de la ration (dR) et de celle du foin (dF), la digestibilité du ligneux (dL), peut être calculée selon la méthode dite par différence comme suit :

$$dL = \frac{dR - (1 - x) dF}{x}$$

x = proportion du ligneux dans la ration
 $1 - x$ = proportion du foin

C'est de cette façon que les digestibilités des différents composants des aliments seront déterminés pour chaque animal c'est-à-dire la dMS, dMO, dMAT, dNDF, dADF, dADL.

Cette méthode n'est valable que s'il n'y a pas d'interaction digestive entre le foin et le ligneux qui lui est associé. De par ce fait, la dF peut être considérée comme une valeur certaine.

Au total, sept (07) essais de digestibilités ont été concernés au cours desquelles les rations par essai ont été distribuées ;

- Essai n° 1 : ration à 100 p.100 de feuilles de *Khaya senegalensis*
- Essai n° 2 : ration à 100 p.100 de foin de *Andropogon gayanus*
- Essai n° 3 : ration à 100 p.100 de gousses de *Pterocarpus lucens*
- Essai n° 4 : ration à 60 p.100 de feuilles de *Khaya senegalensis* + 40 p.100 de foin d'*Andropogon gayanus*
- Essai n° 5 : ration à 40 p.100 de feuilles de *Khaya senegalensis* + 60 p.100 de foin d'*Andropogon gayanus*
- Essai n° 6 : ration à 20 p.100 de feuilles de *Khaya senegalensis* + 80 p.100 de foin d'*Andropogon gayanus*
- Essai n° 7 : ration à 60 p.100 de gousses de *Pterocarpus lucens*. + 40 p.100 de foin d'*Andropogon gayanus*

Dans les essais n° 4 à 7, les produits de ligneux, consommés plus rapidement sont alors distribués en premier. Les rations ainsi constituées sont distribuées en quantité limitée, au voisinage de la couverture des besoins d'entretien c'est-à-dire 50 g MS / Kg P^{0.75}.

L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel STATISTICA ; les moyennes ont été séparées par le test de LSD.

CHAPITRE I : PHENOLOGIE

A/ RESULTATS

Les résultats du suivi phénologique qui a eu pour objet la détermination du disponible fourrager sont présentés sous formes de phénogrammes (figure 3).

➤ *Pterocarpus lucens* Lepr.

Au début du mois de septembre, tous les arbres étaient en pleine feuillaison. Dès la deuxième quinzaine de septembre, les feuilles ont commencé à brunir et sécher et ce, jusqu'en fin décembre où 60 p.100 des individus portent encore quelques feuilles. A partir de janvier, plus aucun arbre ne porte de feuilles.

La fructification était à son maximum depuis début septembre et s'est poursuivie jusqu'en novembre où les gousses commencèrent à sécher et à tomber. C'est ainsi qu'en fin janvier, seul environ 10 p.100 des arbres portent encore des fruits.

Au cours de la période d'observation, nous n'avons pas noter de floraison chez cette espèce.

➤ *Commiphora africana* (A. Rich.) Engl.

La deuxième quinzaine du mois de septembre marque la fin de la pleine feuillaison, la sénescence des feuilles se fait sentir et, en mi-novembre, plus une plante ne possède de feuilles.

Les premières fleurs apparaissent après la première décade de septembre et la floraison se poursuit jusqu'en fin novembre. Dès le mois de décembre, elles se fanent et tombent et ce, jusqu'en mi-janvier où elles disparaissent.

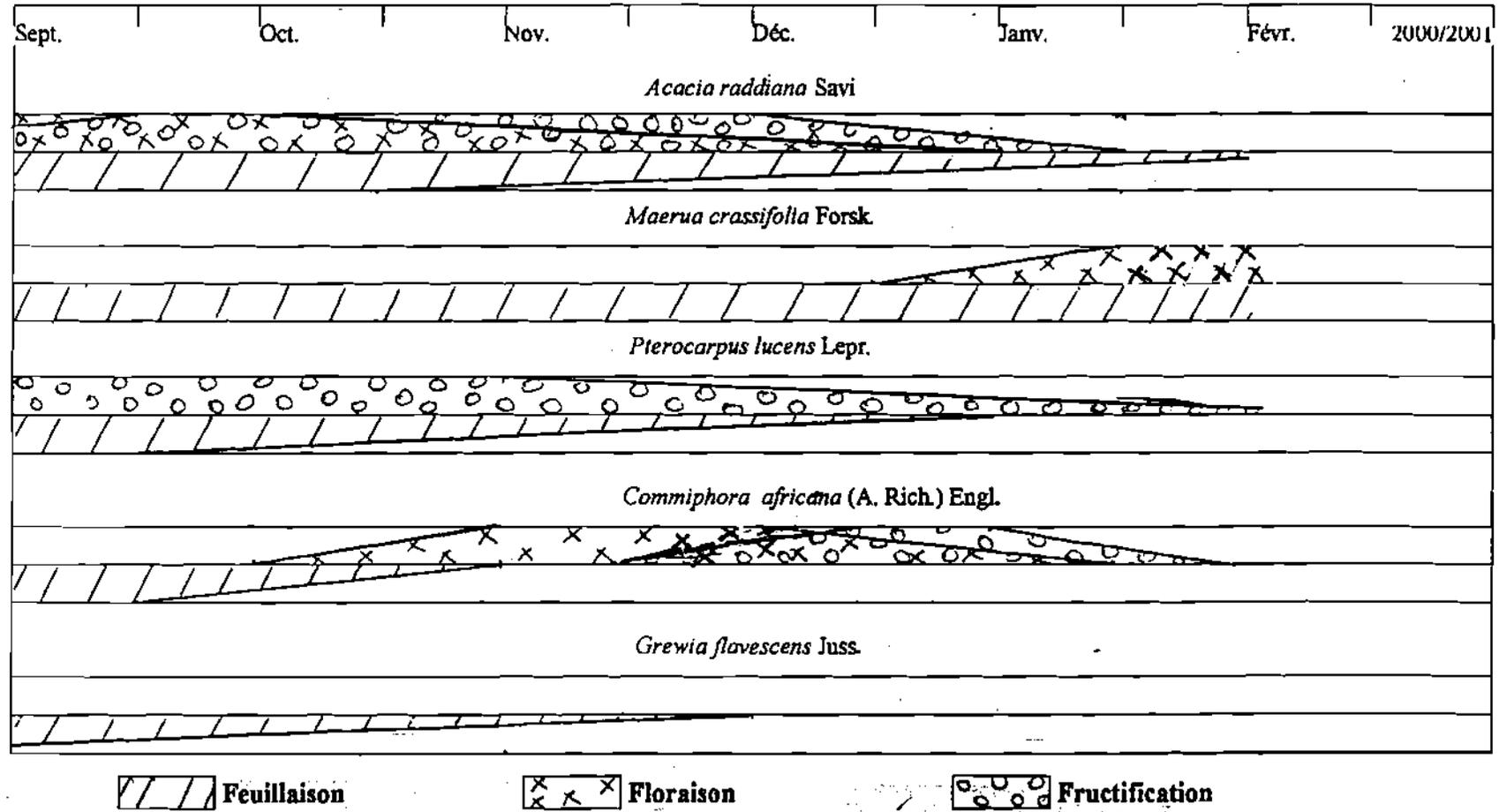
La production fruitière débute vers mi-novembre et atteint son maximum courant décembre, date à partir de laquelle les fruits se dessèchent et tombent.

Il faut noter que les fleurs et les fruits apparaissent de façon sporadique sur les individus.

Figure 3 : Phénogrammes des ligneux étudiés

Saison Pluvieuse

Saison Sèche



➤ *Grewia flavescens* Juss.

Le mois de septembre débute avec le dessèchement des feuilles jusqu'en mi-décembre, date à partir de laquelle toutes les plantes perdent leurs feuilles.

Il n'y a pas eu de floraison au cours de la phase d'observation et les plantes portaient encore quelques fruits desséchés du cycle précédent.

➤ *Acacia raddiana* Savi

Au début de nos observations (septembre), tous les pieds étaient en pleine feuillaison et ce jusqu'en mi-novembre où les feuilles se dessèchent et commencent à chuter. 40 p.100 des arbres ont vu leurs feuilles sécher à partir de cette date et à la fin de notre suivi, en fin janvier, seuls 30 p.100 des ligneux portaient encore quelques rares feuilles.

La floraison, elle, était à son maximum depuis le début de nos observations (septembre); mais, dès octobre, les fleurs commencent à dessécher pour totalement tomber en mi-janvier.

Les gousses s'étaient déjà formées sur les arbres en septembre et la production atteint son maximum dès la fin du même mois. A partir de fin novembre, la production fruitière décroît pour s'arrêter vers mi-janvier. A cette date, 10 p.100 de ligneux portent encore des fruits.

➤ *Maerua crassifolia* Forsk.

Pendant toute la période de relevés (de septembre à janvier), la production foliaire a été maximale et ce, jusqu'à la fin du mois de janvier (100 p.100 des pieds).

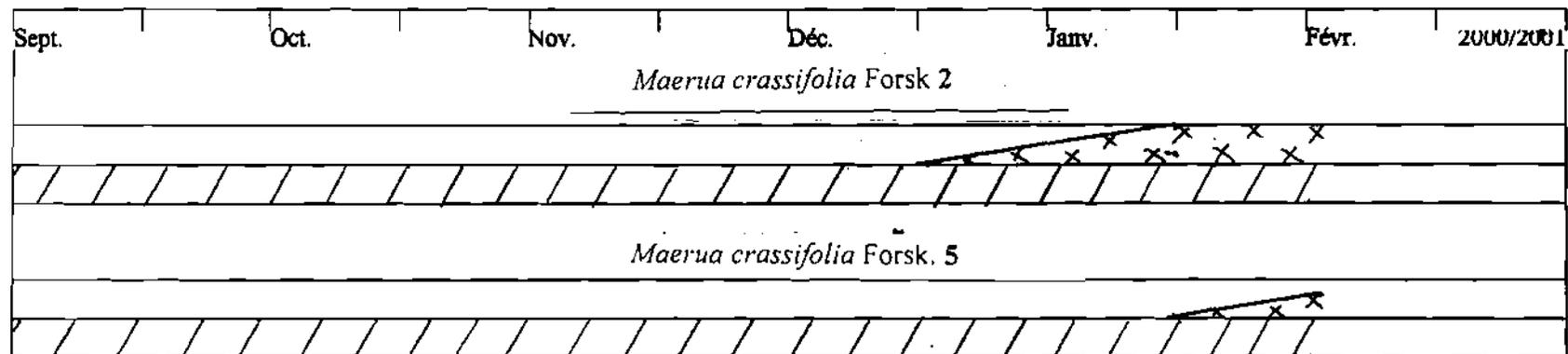
La floraison a débuté dans la deuxième quinzaine de décembre et atteint son optimum en mi-janvier.

Il n'y a pas eu de fruits durant la durée de l'étude.

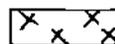
Figure 4 : Variations intra populations chez *Maerua crassifolia* Forsk.

Saison Pluvieuse

Saison Sèche



 Feuillaison

 Floraison

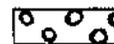
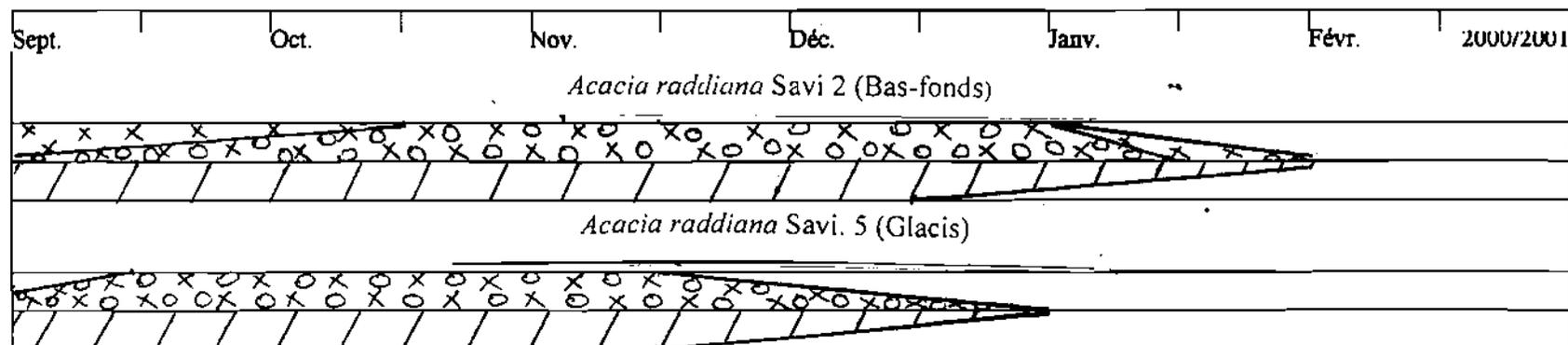
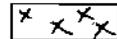
 Fructification

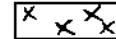
Figure 5 : Variations inter sites chez *Acacia raddiana* Savi.

Saison Pluvieuse

Saison Sèche


 Feuillaison

 Floraison

 Fructification

B/ DISCUSSION

Les phénogrammes des différentes espèces nous montrent qu'au mois de septembre, le disponible fourrager des ligneux est encore intéressant. En effet, tous les ligneux sont en pleine feuillaison à l'exception de *Grewia flavescens* dont les feuilles commencent à sécher et tomber. Aussi, vu le stade phénologique assez avancé des espèces, nous estimons, en accord avec CLANET et GILLET (1980), SAWADOGO (1989) et KABORE-ZOUNGRANA (1995) que les cycles végétatifs débutent avant ou juste avec la saison des pluies.

A partir d'une comparaison entre espèces, il ressort qu'au niveau des phénophases, il existe des variations appréciables (SAWADOGO, 1989; OUEDRAOGO, 1992; Kaboré-Zoungana, 1995). Ainsi, *Acacia raddiana* (Mimosaceae) perd ses feuilles beaucoup plus tôt (de décembre à mi-janvier) que *Maerua crassifolia* (Capparidaceae) qui est en continuelle feuillaison toute la durée de l'étude. Cette dernière situation peut se justifier par le fait de bourgeonnement continu dû aux prélèvements d'échantillons pour la détermination de la composition chimique, au broutage (tous les ruminants domestiques) ce qui dénote par ailleurs de leur très grande appetibilité.

Les autres ligneux ont une défeuillaison encore plus précoce (mi-septembre) que les *Acacia raddiana*. En effet, dès octobre, *Pterocarpus lucens*, *Grewia flavescens* et *Commiphora africana* ne portaient que quelques feuilles, ce qui a d'ailleurs abrégé les prélèvements d'échantillons. Le même phénomène s'observe pour les gousses de ligneux où la récolte n'a pas pu s'effectuer à cause des pasteurs qui prélèvent les gousses encore vertes sur les ligneux pour leurs animaux.

Il faut noter aussi que les différentes phénophases se chevauchent chez toutes les espèces étudiées à l'exception de *Grewia flavescens* où la seule phase observée a été la feuillaison avec néanmoins la présence de fruits desséchés du cycle précédent.

Du point de vue variations intra population, tout comme SAWADOGO (1989), Grouzis (1991), OUEDRAOGO (1992), KABORE-ZOUNGRANA (1995) et SAWADOGO (2000), nous constatons l'existence de variations au sein d'une même espèce, lesquelles sont liées tant à l'individu qu'à la station d'origine. Ainsi:

⇒ A l'échelle individuelle, nous pouvons noter d'après la figure 4 que la floraison chez *Maerua crassifolia* varie bien d'un individu à l'autre évoluant sur le même type de sol (glacis).

GROUZIS (1991) obtient des résultats similaires en 1978 au cours d'une étude phénologique sur *Acacia nilotica* var. *adansonii* et *Combretum aculeatum* au niveau de la mare d'Oursi (Oudalan, nord du Burkina Faso). Des études analogues effectuées par SAWADOGO (1989) aux alentours de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso) ont montré des variations significatives sur *Butyrospermum paradoxa*, *Parkia biglobosa* et *Sclerocarya birrea*.

⇒ A l'échelle stationnelle, les bas-fonds permettent un déroulement plus long des cycles phénologiques comparés aux glacis (figure 5). Ainsi, les cycles de feuillaison, floraison et fructification se prolongent d'environ un mois et plus chez *Acacia raddiana* poussant dans les bas-fonds de la région de Katchari (Séno). En plus des autres facteurs édaphiques, la réserve hydrique du sol explique aisément ce phénomène (GROUZIS, 1991).

Pour l'espèce *Acacia raddiana*, nos résultats diffèrent de ceux obtenus par SAWADOGO (2000) dans la même zone; en effet, la défeuillaison a commencé beaucoup plus tard en 1999 (début décembre), comparée à 2000 où elle débute en mi-octobre. Cette situation peut s'expliquer par la baisse de la pluviosité de 1998 à 1999 car, comme nous l'avons déjà notifié, la production ligneuse est tributaire des pluies antérieures. Il en est de même pour GROUZIS (1980) qui a obtenu des phénogrammes plus étalés en 1977 et 1978; résultats justifiables quand on se rend compte de l'aridification progressive du Sahel de ces dates à nos jours et partant de la diminution de la pluviosité.

CLANET et GILLET (1980) ont étudié le cycle de développement *Commiphora africana* au Tchad, pays à climat subsaharien et, d'après leurs travaux, il apparaît que cette plante débute sa feuillaison avec la saison des pluies. Dès la fin des précipitations, elle se dessèche et perd ses feuilles, ce qui est un fait confirmé par nos observations. Il en est de même pour l'apparition des fleurs et des fruits qui ne se produit pas de façon régulière chaque année sur les individus.

A l'issue de cette étude de phénologie, nous nous proposons d'établir, sur la base du seul facteur de disponibilité quantitatif, un calendrier de récolte de fourrage des ligneux étudiés en vue de la constitution de foin.

Tableau 10 : Calendrier de récolte de fourrage ligneux

| | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier |
|----------------------------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| <i>Pterocarpus lucens</i> | — | — | | | |
| <i>Commiphora africana</i> | — | | | | |
| <i>Grewia flavescens</i> | ----- | | | | |
| <i>Acacia roddiana</i> | | | ----- | | |
| <i>Maerua crassifolia</i> | — | — | — | — | — |

— Période idéale

----- Période possible

CONCLUSION

La présente étude de phénologie qui a concerné cinq (05) espèces de ligneux sahéliens a permis de connaître, malgré quelques insuffisances, la répartition quantitative des fourrages durant cinq mois. Elle a permis également de relever pour cette durée, des variations spécifiques, stationnelles et aussi individuelles qui agissent sur la disponibilité de la biomasse foliaire et fruitière. Ainsi, il nous a été possible d'apprécier la production foliaire d'espèces comme *Acacia raddiana* qui est disponible sur une bonne partie de l'année (juin à décembre). Une attention particulière sera apportée à l'espèce *Maerua crassifolia* qui, d'août à février, offre un potentiel foliaire très intéressant du point de vue biomasse et probablement nutritionnel en se basant sur le fait que les Capparidacées constituent les espèces les plus riches en matières azotées.

La production de fruits de ligneux (*Acacia raddiana*, *Pterocarpus lucens*) est également intéressante et peut contribuer pour une part non négligeable dans la nutrition animale si un effort est consenti pour la sensibilisation des éleveurs en terme de gestion de ces aliments. L'exploitation de cette ressource constitue un sérieux problème d'autant plus que les éleveurs n'hésitent pas à récolter les gousses encore vertes d'*Acacia raddiana* pour les animaux ou la commercialisation. La concurrence qui prévaut entre eux d'une part, puis entre eux et les animaux de l'autre en est la principale cause.

Disposer de matériel végétal ligneux pendant la saison maigre est une chose, en avoir de meilleure qualité en est une autre. Aussi s'avère-t-il nécessaire de procéder à une analyse chimique de ce matériel afin de mieux situer son importance dans l'alimentation des ruminants d'élevage. C'est ce qui justifie l'intérêt du chapitre suivant traitant de la composition chimique des produits de ces ligneux.

CHAPITRE II : COMPOSITION CHIMIQUE

L'étude de la valeur nutritive des aliments passe par celle de la composition chimique. Pour ce faire, les teneurs en éléments chimiques : matières sèches (MS), matières minérales (MM), matières organiques (MO), matières azotées totales (MAT), neutral détergent fiber (NDF), acid détergent fiber (ADF), acid détergent lignin (ADL), hemicellulose (HCELL), cellulose (CELL) ont été déterminées sur des échantillons de ligneux fourragers qui sont: *Perocarpus lucens*, *Commiphora africana*, *Grewia flavescens*, *Acacia raddiana* et *Maerua crassifolia*.

L'analyse a été effectuée au Laboratoire de Nutrition Animale de Gampéla et a porté sur les échantillons de feuilles et de gousses des-dits ligneux.

| Espèce | Echantillons (n) |
|----------------------------|-----------------------------|
| <i>Pterocarpus lucens</i> | Feuilles = 2 Gousses = 2 |
| <i>Commiphora africana</i> | Feuilles = 2 |
| <i>Grewia flavescens</i> | Feuilles = 2 |
| <i>Acacia raddiana</i> | Feuilles = 5 Gousses = 1 |
| <i>Maerua crassifolia</i> | Feuilles = 5 |

A/ RESULTATS

1. Teneurs en MS des ligneux

Les ligneux étudiés, toutes espèces confondues, sont pourvus en eau avec des valeurs supérieures à 500 g/kg. La moyenne des valeurs en MS pour ce cas est de 399.4 g/kg de MS oscillant entre 343 g/kg et 450 g/kg de MS (tableau 11).

Acacia raddiana est l'espèce la plus riche en MS (469 g/kg) et *Commiphora africana* a les plus faibles teneurs moyennes (259.5 g/kg à 469 g/kg). Il faut noter que ces teneurs extrêmes vont de 214 g/kg à 587.4 g/kg du point de vue valeurs extrêmes.

Tableau 11: Teneurs en MS des espèces étudiées

| Espèce | Teneurs (g/kg MF) |
|----------------------------|----------------------------|
| <i>Pterocarpus lucens</i> | 424,1 a (402,7 - 445,5) |
| <i>Commiphora africana</i> | 259,5 b (214 - 305) |
| <i>Grewia flavescens</i> | 457,9 a (449 - 466,7) |
| <i>Acacia raddiana</i> | 469 a (341,3 - 587,4) |
| <i>Maerua crassifolia</i> | 386,3 a (308 - 445) |
| Moyennes | 399,4 (343 - 450) |

Les valeurs portant la même lettre ne diffèrent pas significativement (seuil = 5 p.100)

(): valeurs extrêmes

2. Teneurs en cendres (MM) des ligneux

Du point de vue MM, les ligneux offrent des teneurs assez intéressantes dans la mesure où on enregistre une teneur moyenne de 104.2 g/kg de MS pour tous les ligneux, avec des extrêmes allant de 57.9 g/kg à 194.9 g/kg de MS (tableau 12).

L'espèce *M. crassifolia*, présente la teneur la plus élevée de l'étude: 165.9 g/kg tandis qu'une espèce comme *Pterocarpus lucens* ne contient que 59.9 g/kg de MS. Après viennent

respectivement *Grewia flavescens* (82.1 g/kg), *Commiphora africana* (105.2 g/kg) et (*Acacia raddiana* (109.9 g/kg).

Il faut signaler que pour toutes ces espèces, on enregistre une augmentation des teneurs pendant la durée de l'étude même si elle se fait en dents de scie chez *M. crassifolia*.

Tableau 12: Teneurs moyennes et extrêmes en MM et en MAT des espèces étudiées

| Espèce | Teneurs (g/kg MS) | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | MM | MAT |
| <i>Pterocarpus lucens</i> | 58.9 a (57.9 - 59.9) | 140.6 a (136.7 - 144.5) |
| <i>Commiphora africana</i> | 105.2 b (103.4 - 107) | 132.3 a (112 - 152.6) |
| <i>Grewia flavescens</i> | 82.1 c (79.8 - 84.4) | 168.9 a (159.1 - 178.6) |
| <i>Acacia raddiana</i> | 109.9 b (86.2 - 149.3) | 132.2 a (114.3 - 156.6) |
| <i>Maerua crassifolia</i> | 165.9 d (139.9 - 194.9) | 228 b (200.8 - 261.3) |
| Moyennes | 104.2 (91.4 - 111.1) | 160.4 (148.7 - 177.2) |

Les valeurs portant la même lettre dans une même colonne ne diffèrent pas significativement (seuil = 5 p.100)

(): valeurs extrêmes

3. Teneurs en matières azotées totales (MAT) des ligneux

Pour ce qui en est des ligneux étudiés, les valeurs de MAT sont intéressantes (tableau 11). En effet, tous les ligneux ont une teneur en MAT supérieure à 130 g/kg de MS et la moyenne tous ligneux pris ensemble est de 160.4 g/kg de MS, ce qui est très intéressant du point de vue pastorale.

Les Capparidaceae, fidèles à leur réputation, présentent une teneur de 228 g/kg MS avec une hausse allant jusqu'à plus de 260 g/kg MS. *Commiphora africana* et *Acacia raddiana* ont les mêmes teneurs (132.3 g/kg et 132.2 g/kg MS resp.). *G. flavescens* et *P. lucens* possèdent de bonnes teneurs en MAT (respectivement 168.9 g/kg et 140.6 g/kg MS).

Les figures 6 et 7 montrent l'évolution de la teneur en MAT de *Acacia raddiana* et de *Maerua crassifolia* en fonction du temps. Un constat nous a été donné de faire : la tendance chez

ces deux espèces est à la baisse même si cela s'effectue de façon plus ou moins régulière. Pour *M. crassifolia*, il y a une remontée de la teneur en MAT à la dernière mesure qui correspond à l'adjonction de fleurs au prélèvement de feuilles. Quant à *A. radiana*, il sera nécessaire de signaler une petite refeuillaison sur les quelques pieds sur lesquels les prélèvements ont continué ; c'est ce qui peut expliquer la remontée de la courbe de la teneur en MAT.

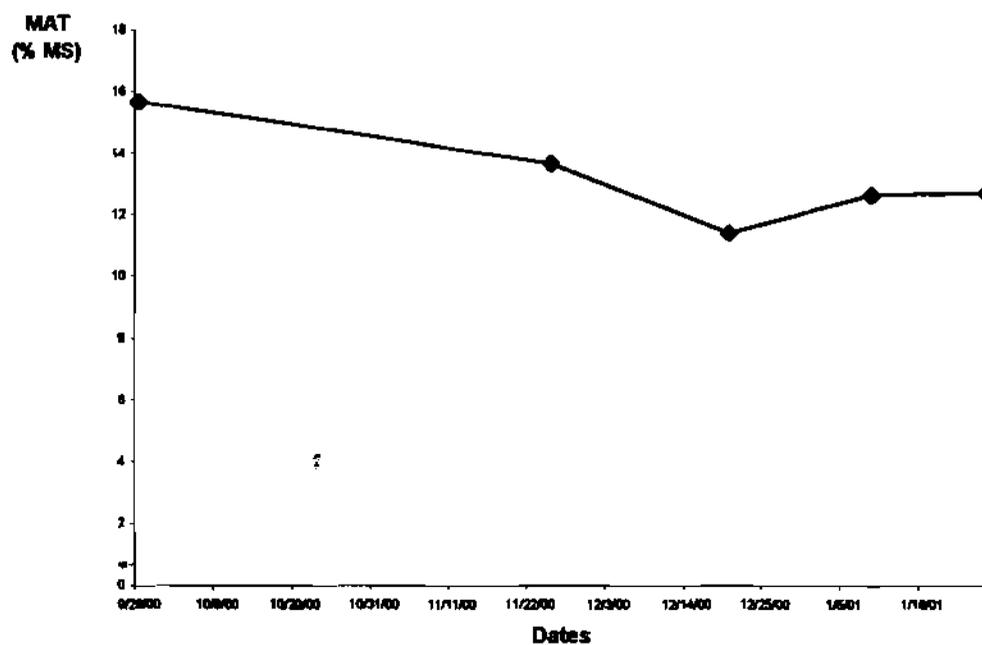


Figure 6 : Evolution de la MAT de *Acacia raddiana*

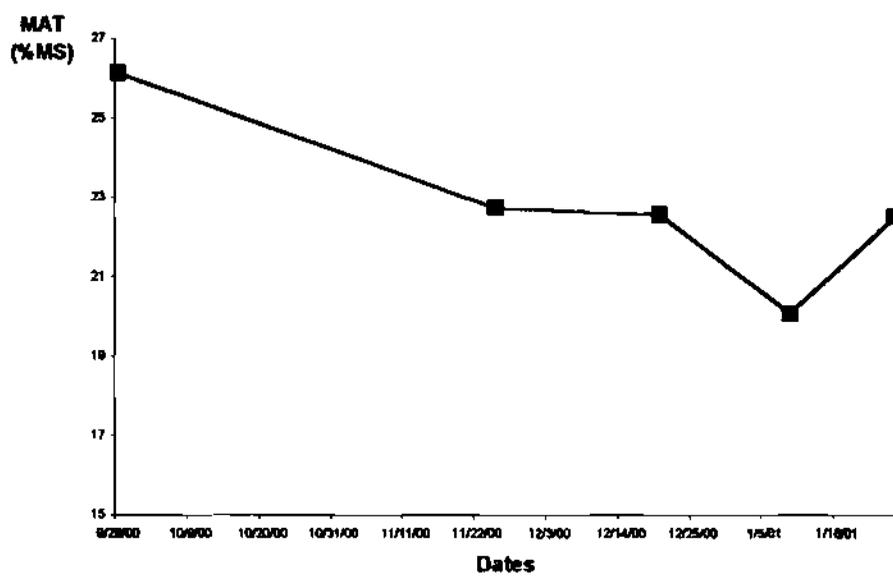


Figure 7 : Evolution de la MAT de *Maerua crassifolia*

Tableau 13: Teneurs moyennes et extrêmes (g/kg MS) en Constituants Pariétaux des espèces étudiées

| Espèce | Teneurs (g/kg MS) | | | | | Degré de lignification | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | NDF | ADF | ADL | Hémicellulose | Cellulose | ADL/NDF | ADL/ADF |
| <i>Pterocarpus lucens</i> | 514.6 a (468.4 – 560.8) | 375.7 a (374.4 – 377) | 181.5 a (176.9 – 186) | 138.9 (94 – 183.8) | 194.3 (188.4 – 200.1) | 0.36 a (0.47 – 0.55) | 0.48 a (0.47 – 0.50) |
| <i>Commiphora africana</i> | 392.4 b (353.3 – 431.5) | 328.4 a (271.7 – 385) | 182 ab (145.6 – 218.4) | 64.1 (46.5 – 81.6) | 146.4 (126.1 – 166.6) | 0.46 a (0.41 - 0.51) | 0.55 b (0.54 – 0.57) |
| <i>Grewia flavescens</i> | 537.3 a (519.6 – 555) | 358.3 a (349.2 – 367.4) | 134.2 b (130.8 – 137.5) | 179 (170.4 – 187.6) | 224.2 (218.4 – 229.9) | 0.25 ab | 0.37 c |
| <i>Acacia raddiana</i> | 373.8 b (313 – 424) | 214.7 b (184.4 – 231.6) | 109c (80 – 122.5) | 159.1 (109.6 – 239.6) | 105.7 (93.1 – 115.1) | 0.30 ab (0.19 – 0.35) | 0.51 ab (0.43 – 0.54) |
| <i>Maerua crassifolia</i> | 190 c (178 – 203.2) | 119.5 b (104.5 – 147.6) | 37.6 d (31 – 49.8) | 70.5 (47.9 – 82.4) | 81.9 (70.7 – 107.7) | 0.20 c (0.18 – 0.25) | 0.31 c (0.27 – 0.39) |

Les valeurs portant la même lettre dans une même colonne ne diffèrent pas significativement (seuil = 5 p.100)

(): valeurs extrêmes

4. Teneurs en constituants pariétaux

La majorité des espèces ont des teneurs en parois totales assez faibles à l'exception de *P. lucens* (514.6 g/kg MS) et *G. flavescens* (537.3 g/kg MS). C'est l'espèce *M. crassifolia* qui possède la teneur la plus faible : 190 g/kg de MS (tableau 13). Toutes les teneurs de NDF calculées se situaient entre 178 g/kg MS et 560.8 g/kg MS.

Les figures 8 et 9 montrent l'allure des différentes variations dans le temps des composantes pariétales de *Acacia raddiana* et de *Maerua crassifolia*. Les teneurs en parois totales de ces deux espèces évoluent en dents de scie. Cependant, pour *M. crassifolia*, la variation est plus ou moins stationnaire tandis que chez *A. raddiana*, il y a une tendance plus nette à la baisse. .

La teneur en lignocellulose évolue de la même façon que celle des parois totales. En effet, les espèces à forte teneur en NDF sont aussi celles qui ont les plus fortes teneurs en ADF et inversement. *P. lucens* et *G. flavescens* se partagent les hautes teneurs avec respectivement 375.7 g/kg MS et 358.3 g/kg MS, suivis de près par *C. africana* avec 328.4 g/kg alors que *M. crassifolia* en a beaucoup moins : 120 g/kg MS. Il est bon de savoir que les teneurs calculées se situaient entre 104.5 g/kg et 385 g/kg de MS.

La courbe représentant la teneur en ADF de *M. crassifolia* montre une régression assez sensible avec le temps tandis que chez *A. raddiana*, la relation avec les NDF est un peu opposée. En effet, quand les NDF diminuent, l'ADF augmente et ce pendant toute la durée de l'étude sauf dans le cas de la dernière observation.

L'évolution des teneurs en lignine des différents ligneux suit qui, celle des NDF, qui celle de l'ADF. Il faut donc s'attendre à voir en tête de liste des espèces comme *P. lucens*, *G. flavescens* et *C. africana* avec 181.5 g/kg, 134.2 g/kg et 182 g/kg MS respectivement. Sans surprise, *M. crassifolia* possède la teneur la plus faible c'est-à-dire 37.6 g/kg MS. Il y a une grande variation entre les teneurs quand on sait que les valeurs d'ADL mesurées oscillent entre 31 g/kg et 218.4 g/kg MS.

Les courbes des teneurs en ADL de *M. crassifolia* et de *A. raddiana* viennent confirmer ce qui a été dit plus haut. En effet, pour la première espèce ci-dessus citée, la courbe d'ADL épouse la même forme que celle des NDF; pour *A. raddiana*, sa courbe, elle, suit l'évolution de l'ADF.

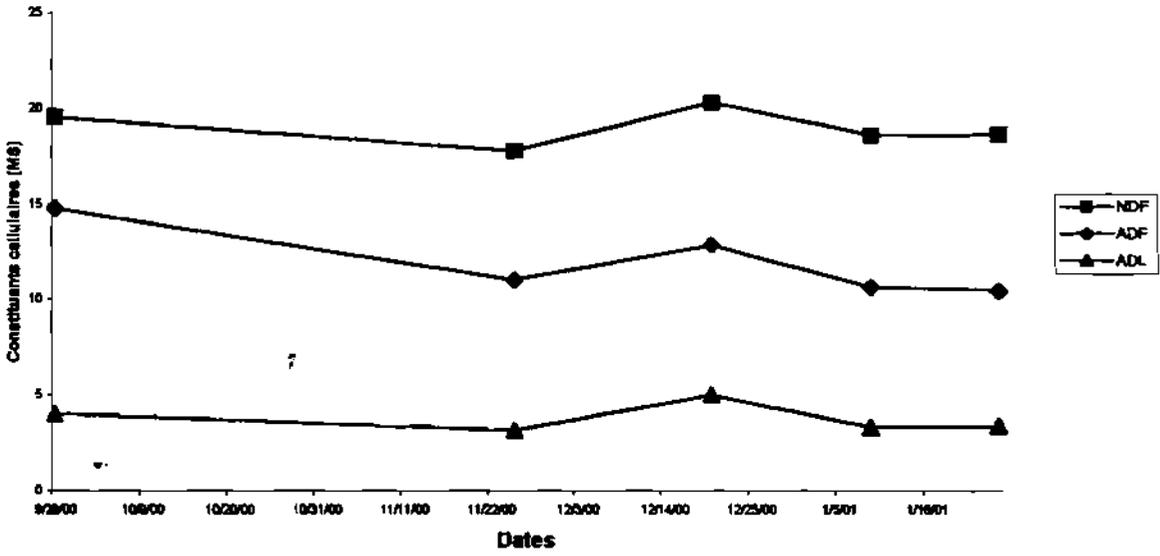


Figure 8 : Evolution de la NDF, ADF et ADL de *Maerua crassifolia*

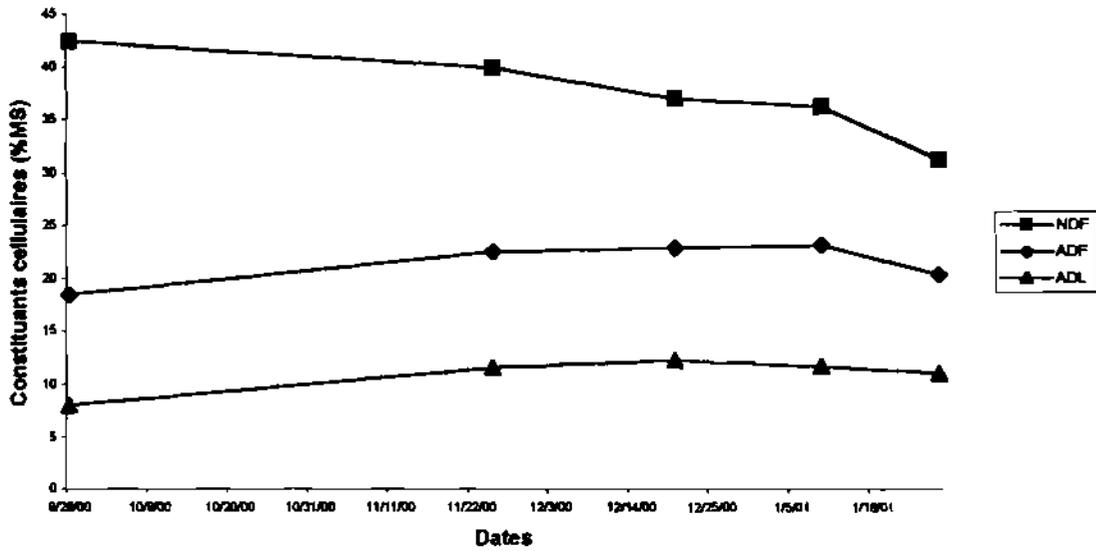


Figure 9 : Evolution de la NDF, ADF et ADL de *Acacia raddiana*

5. Les facteurs de variations de la composition chimique

Les teneurs en composants chimiques des produits de ligneux sont variables quel que soit le composant considéré. Plusieurs facteurs interviennent dans ces variations.

La saison

Au cours de notre étude, deux saisons ont pu être observées : il s'agit de la saison des pluies qui avait commencé bien avant cette étude et qui s'achève vers fin septembre ; la deuxième saison est la saison sèche froide qui s'étend d'octobre à février avec toutefois un léger réchauffement entre septembre et octobre. Le tableau ci-après donne une idée de la variabilité de la composition chimique en fonction de la saison.

Tableau n° 14 : Variations des teneurs (g/kg MS) des feuilles de *Acacia raddiana* et *Maerua crassifolia* en fonction de la saison

| | | p.100 | g/kg MS | | | | | Degré de lignification | |
|---------------------------|-----|-------|---------|-------|-------|-------|-------|------------------------|---------|
| | | MS | MM | MAT | NDF | ADF | ADL | ADL/NDF | ADL/ADF |
| <i>Acacia raddiana</i> | SP | 34,13 | 86,2 | 156,6 | 424 | 184,4 | 80 | 0,19 | 0,43 |
| | SSF | 51,2 | 119,3 | 127,2 | 313 | 203,4 | 110,3 | 0,20 | 0,27 |
| <i>Maerua crassifolia</i> | SP | 33,53 | 129,9 | 261,3 | 195,5 | 147, | 39,9 | 0,35 | 0,54 |
| | SSF | 44,5 | 172,5 | 225,1 | 186,9 | 104, | 33,8 | 0,18 | 0,32 |

SP: Saison Pluvieuse

SSF: Saison Sèche Froide

Les variations de teneurs selon la saison sont beaucoup plus franches et ont concerné tous les composants chimiques. Pour *A. raddiana*, le passage d'une saison à l'autre est matérialisé par une baisse des teneurs en MAT et NDF. Du passage de la saison des pluies à celle sèche, il apparaît que la Capparidacée perd de la lignine à en juger par les teneurs en lignine qui passe de 0,35 à 0,18 au profit des MM qui augmentent. Chez *A. raddiana*, la baisse des teneurs en MAT et NDF s'accompagne d'une augmentation des autres teneurs ce qui fera d'elle un fourrage assez pauvre comparé à *M. crassifolia* quoique ayant une teneur en MAT avoisinant 130 g/kg MS.

Le stade phénologique

Le tableau 15 nous donne les variations des teneurs moyennes en composants chimiques de deux des cinq ligneux de la présente étude en fonction du stade phénologique.

Tableau 15 : Variation de la composition chimique selon le stade phénologique

| Espèces | Stade | g/kg MS | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | MM | MAT | NDF | ADF | ADL |
| <i>Acacia raddiana</i> | Fe | 114,6 a | 126,1 a | 361,2 a | 222,2 a | 116,2 a |
| | Fe + Fl | 86,2 b | 156,6 b | 424 b | 184,4 b | 80 b |
| <i>Maerua crassifolia</i> | Fe | 164,3 a | 228,7 a | 191 a | 123,2 a | 38,5 a |
| | Fe+ Fl | 172,5 a | 225,1 a | 186,9 a | 104,5 b | 33,8 a |

(Par espèce et pour un même critère, les chiffres portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 0,05)

Fe = feuillaison

Fl = floraison

Il ne nous a été possible d'observer que deux phénophases : la feuillaison et la feuillaison-floraison et ce, au niveau de deux espèces seulement : *Acacia raddiana* et *Maerua crassifolia*. Ainsi, nous avons pu relever que :

- Le cycle exerce un effet sur la composition chimique. Les teneurs en composants chimiques évoluent différemment d'une espèce à l'autre et d'un composant l'autre. Ainsi, les variations sont plus amples au niveau de *A. raddiana* que *M. crassifolia*. Les variations de teneurs les plus marquées sont celles du NDF, l'ADF et l'ADL pour *A. raddiana* tandis que pour *M. crassifolia*, c'est plutôt l'ADF qui présente les plus grandes variations.
- L'effet du stade phénologique sur la teneur en MAT n'est pas notable pour *M. crassifolia* et, pour tout les constituants, les plus fortes teneurs enregistrées qualifient le stade feuillaison à l'exception des MM où le maximum est atteint à la feuillaison-floraison. Chez *A. raddiana* par contre, ce sont les MAT et les NDF qui présentent les teneurs les plus élevées au stade de feuillaison-floraison.

L'organe

Une comparaison des teneurs en constituants chimiques des feuilles et des gosses des ligneux des deux ligneux *P. lucens* et *A. raddiana* (figure 10) permet de faire les remarques suivantes :

- Les feuilles ont des teneurs en MM plus élevées que les gosses
- Pour les teneurs en MAT, c'est le même cas sauf pour *A. raddiana* où ce sont les gosses qui sont plus riches.
- Au niveau des fibres totales, les gosses de *P. lucens* sont plus riches que les feuilles notamment en NDF et ADF ; quant à *A. raddiana*, au niveau des NDF, ce sont les feuilles qui présentent les teneurs les plus élevées. Il faut également noter que les gosses de ces deux espèces sont moins lignifiées que les feuilles

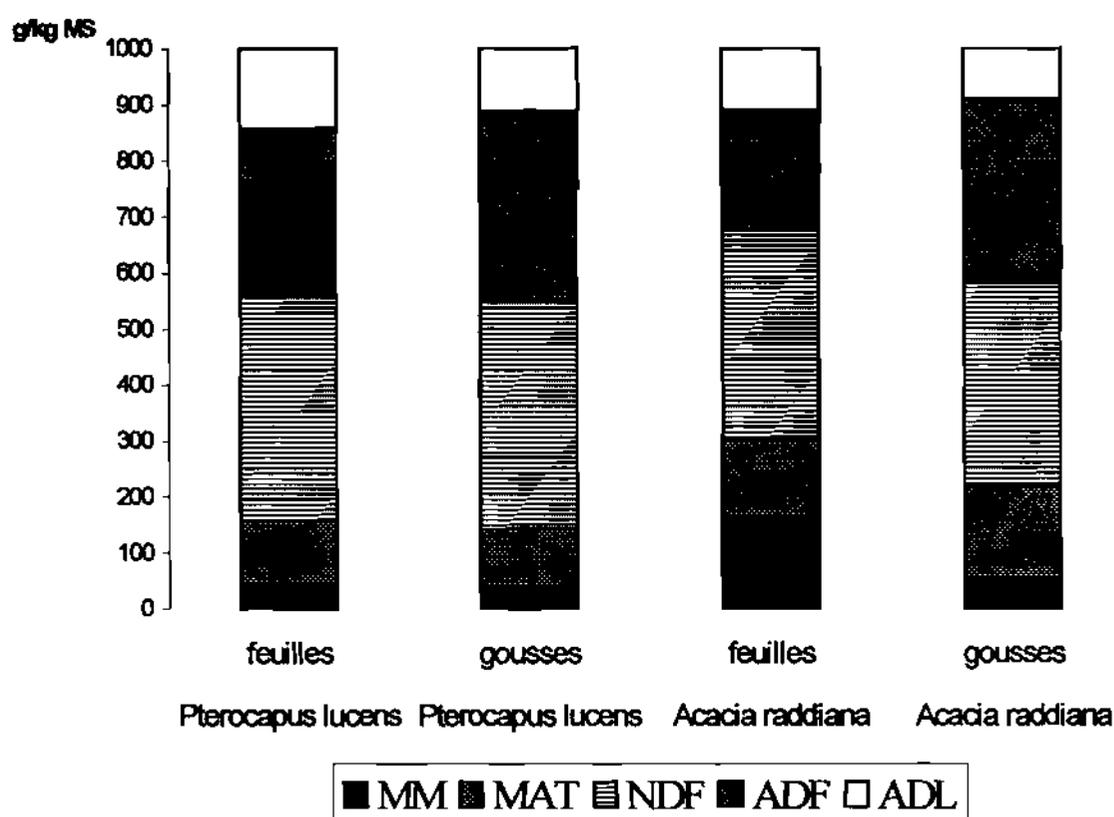


Figure 10 : Comparaison des teneurs en constituants chimiques (g/kg MS) des feuilles et des gosses de *Acacia raddiana* et *Maerua crassifolia*

L'âge

L'âge n' a pas vraiment été l'objet d'une étude aussi la détermination exacte de l'âge des feuilles pose quelques petites difficultés du fait que la feuillaison était déjà avancée au départ de notre étude. Cependant, il n'est pas à nier que l'âge représente un critère de variation de la composition chimique des feuilles.

Le constat suivant a pu se faire : au fur et à mesure de l'avancement dans le suivi, les teneurs en MAT et en NDF des feuilles baissent. En ce qui concerne l'ADF et l'ADL, les évolutions se font de façon imprécises, du moins pour *A. raddiana* et *M. crassifolia*.

L'espèce végétale

Au regard des résultats recueillis sur les feuilles et les gousses des ligneux (tableaux n°10 à 14 et figures n° 6 à 10), il apparaît que l'espèce végétale constitue le facteur de variation le plus important de la composition chimique. Les différences observées sont importantes du point de vue phénologique d'une espèce à l'autre mais aussi sous l'aspect composition chimique dans la mesure où tous les constituants chimiques présentent des variations spécifiques.

B/ DISCUSSION

1. Teneurs en constituants chimiques

Les cinq ligneux qui ont fait l'objet de notre étude se caractérisent par :

- Des teneurs moyennes en MM. En effet, les valeurs que nous avons obtenues sont proches de celles trouvés par beaucoup d'auteurs (LE HOUEROU, 1980 ; GUINKO ET AL., 1989 ; KIEMA, 1991 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995) et supérieures à celles des graminées (GUINKO ET AL., 1989 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Les Capparidacées sont les plus fournies en MM(165,9 g/kg MS en moyenne), ce qui semble assez élevé comparé aux valeurs trouvées par LE HOUEROU (1980) soient 139 g/kg MS. Au niveau des Légumineuses, nos valeurs sont assez

proches de celles de KABORE-ZOUNGRANA (1995) pour la zone sahélo-soudanienne et de celles de GUINKO ET AL. (1989) pour le Sahel.

- Des teneurs en MAT relativement bonnes dans la mesure où comparés à nos résultats, ceux de certains auteurs se situent entre 41,1 et 146,4 g/kg MS (SAWADOGO, 2000) ou avoisinent 130 g/kg MS (LE HOUEROU, 1980). Par ailleurs, nos valeurs sont confirmés par celles de beaucoup d'auteurs (GUINKO ET AL., 1989 ; OUEDRAOGO, 1992; KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

Les plus fortes teneurs sont obtenues avec *M. crassifolia* (Capparidacées) avec une moyenne de 228 g/kg MS, valeurs qui se rapprochent de celles (232 g/kg MS) trouvées par WOOT-TSUEN WU (1970). Au niveau des Légumineuses, nos valeurs confirment celles de Mirandá (1989) pour la zone sub-saharienne, de OUEDRAOGO (1992) et KABORE-ZOUNGRANA (1995) pour la zone nord-soudanienne.

Les valeurs trouvées sont supérieures à celles de beaucoup de graminées dont les teneurs en MAT se situent entre 9,2 et 118,4 g/kg MS (à l'exception de *Pennisetum pedicellatum* et *Brachiara lata* sur lesquelles KABORE-ZOUNGRANA (1995) a obtenu des pointes de 168,3 et 221,5 g/kg MS). D'une manière générale, nous estimons que tous ces ligneux peuvent être distribués comme seuls aliments aux ruminants et devraient en principe couvrir leurs besoins en protéines si l'ingestibilité est bonne.

Au niveau des fibres totales, nos teneurs sont assez faibles (399.6 g/kg MS) et se rapprochent de celles obtenue par KIEMA (1991). Même avec une teneur élevée en NDF (560.8 g/kg MS pour *P. erinaceus*) nos résultats sont inférieurs à ceux de LE HOUEROU (1980) et SAWADOGO (2000) et proches de ceux de KABORE-ZOUNGRANA (1995). De même, les valeurs des Légumineuses sont du même ordre que ceux de KONE ET AL. (1987) et OUEDRAOGO (1992).

La teneur en lignine est relativement élevée (128.9 g/kg MS) et se rapprochent des valeurs trouvées par KIEMA (1991) et OUEDRAOGO (1992). Une fois de plus, l'espèce *M. crassifolia* est appréciable pour sa faible teneur en lignine (37.6 g/kg MS), fait d'autant plus intéressant dans la mesure où elle contient moins de lignine que les herbacées qui contiennent 40.3 à 70.3 g/kg MS (KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Cette faible valeur se traduirait donc par de

bons taux d'ingestibilité et de digestibilité puisqu'il a été établi que la relation liant ces dernières à la teneur en lignine est inverse. Aussi, les autres ligneux seront donc moins bien utilisés à cause de leurs fortes teneurs en lignine.

2. Effet des facteurs de variations

Au sortir de cette étude, des variations de teneurs, induites par certains facteurs ont été constatées et leur sens d'évolution difficile à maîtriser. Au niveau des MS, des MM et des MAT, si *P. lucens* présente des teneurs décroissantes, il n'en est pas de même pour les autres ligneux. Ainsi, *C. africana* présente une évolution croissante de MM contre des regression pour les deux autres teneurs. Pour *G. flavescens*, *A. raddiana* et *M. crassifolia*, c'est la teneur en MAT qui évolue inversement à l'augmentation des deux autres (MS et MM). Pour le cas de ces dernières espèces, LAMBERT ET AL. (1989), KIEMA (1991), KABORE-ZOUNGRANA (1995) et SAWADOGO (2000) trouvent des évolutions similaires mais sur d'autres espèces. Ces résultats confirmeraient le fait que l'âge des feuilles, le stade phénologique et partant la saison soient des critères intéressant de variations, du moins pour ces trois espèces mais le premier de ces facteurs de variations demeure l'espèce végétale.

Pour les teneurs en fibres de tous ces ligneux, le constat a été qu'elles évoluent en baisse dans le même sens que les MAT, observations qui rejoignent celles de SAWADOGO (2000) même si pour une espèce comme *M. crassifolia*, l'évolution se présente sous forme imprécise comme l'ont trouvé KIEMA (1991), OUEDRAOGO (1992) et KABORE-ZOUNGRANA (1995). Au niveau des parois, ce sont les NDF mais surtout l'ADL qui déterminent la différenciation des organes feuilles des gousses d'une espèce (LE HOUEROU, 1980 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Ainsi, nous constatons que les feuilles de *A. raddiana* et *P. lucens* sont plus lignifiées et moins fibreuses que les gousses comme l'a trouvé SAWADOGO (2000) pour *Acacia seyal* et *Bauhinia rufescens* alors que pour *A. raddiana*, il ne trouve pas de différences significatives au niveau des teneurs. Ces valeurs de composition chimique de gousses conteste un peu les résultats de beaucoup d'auteurs (OUEDRAOGO, 1992 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995) quant à leurs teneurs en constituants pariétaux (ADL exclue) plus élevées que dans les feuilles. En dépit de ce fait, il n'en est pas moins que ce sont les gousses qui sont les plus recherchées par les animaux en pâture.

CONCLUSION

L'analyse bromatologique des produits des cinq ligneux fourragers nous donne des résultats assez nobles dans la mesure où les valeurs de MAT sont supérieures à 130g/kg MS.

Les espèces *Maerua crassifolia* et *Grewia flavescens* ont été celles qui ont présenté les meilleures MAT et leur éventuelle utilisation comme suppléments azotes pourrait être intéressante si cet azote ne se lie pas à l'ADF (REED, 1986 cité par KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Mais en ce qui concerne les MM, c'est l'espèce *Maerua crassifolia* qui en contient le plus.

L'espèce *G. flavescens* possède les plus hautes teneurs en Hémicellulose et Cellulose, ce qui peut expliquer le fait qu'elle soit peu recherchée par les ovins surtout.

L'espèce *Maerua crassifolia* est très remarquable d'autant plus qu'elle détient la plus basse des teneurs en cellulose. Tous ces avantages réunis en une seule espèce font qu'elle est très recherchée sur les pâturages et appréciée par tous les ruminants domestiques.

En ce qui concerne les ligneux, les variations des constituants chimiques évoluent suivant l'espèce et la station entre autres et cette étude gagnerait à être complétée par des travaux sur l'évolution plus intégrale, la disponibilité au cours de l'annexe et le degré utilisation de ces constituants.

CHAPITRE III : UTILISATION DIGESTIVE DES FEUILLES DE *KHAYA* *SENEGALENSIS* ET DES GOUSSES DE *PTEROCARPUS LUCENS*

La digestibilité et l'ingestibilité sont les principaux facteurs de détermination de la valeur nutritive. La digestibilité indique de façon générale, le degré d'utilisation d'un aliment par l'animal ou de façon spécifique, l'utilisation des différents constituants chimiques de cet aliment.

Pour des raisons de disponibilité et d'ingestion (cas de certaines espèces), bons nombres d'auteurs ont eu à se limiter à la détermination de la digestibilité essentiellement in vitro des produits de ligneux. Ces résultats ne sont malheureusement pas concluants pour des raisons diverses dont l'origine des échantillons (MC LEOD, 1973) et la présence de composés secondaires de natures diverses influençant les valeurs d'utilisations des aliments.

Aussi, il s'avère nécessaire de procéder à des mesures in vivo afin de mieux cerner les interactions entre les aliments, entre les aliments et le milieu intérieur puis de relier par la suite, les valeurs obtenues dans les deux cas de mesure de digestibilité.

Le choix des aliments a été guidé par un esprit de priorisation (KABORE-ZOUNGRANA, 1995) qui a fait ressortir l'engouement des éleveurs quant à l'utilisation des gousses de *Pterocarpus lucens*, espèce très répandue dans toute la zone subsahélienne. En ce qui concerne les feuilles de *Khaya senegalensis*, c'est leur grande disponibilité (retrouvé dans presque tout le pays et même ailleurs) et aussi l'insuffisance de recherche concernant ces aspects de nutrition qui ont motivé notre choix. En effet, en matière de nutrition, quelques rares auteurs dont BODJI ET AL. (1987) nous apprennent que les pasteurs évitent que leurs brebis gestantes consomment les feuilles de cette espèce par crainte d'avortement.

Cette présente étude de digestibilité visait à déterminer d'une part, le niveau d'utilisation des constituants des feuilles de *K. senegalensis* et des gousses de *P. lucens* puis à trouver leur taux d'incorporation optimale dans la ration.

I. COMPOSITION CHIMIQUE DES ALIMENTS

L'étude sur la digestibilité a porté sur trois (03) aliments essentiels dont les proportions des composantes figurent dans le tableau ci-après :

Tableau 16 : Composition chimique des aliments distribués

| Espèce | (p.100) | En g/kg de MS | | | | | | | |
|--|---------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | MS | MO | MAT | NDF | ADF | ADL | HCELL | CELL | ADL/NDF |
| <i>Andropogon gayanus</i> (foin) | 96,78 | 937,2 | 65,1 | 774,9 | 401,7 | 36 | 373,2 | 365,7 | 0,05 |
| <i>Pterocarpus lucens</i> (gousses) | 95,55 | 933,7 | 158 | 585,2 | 474,5 | 171,8 | 110,2 | 302,7 | 0,29 |
| <i>Khaya senegalensis</i> (foin) | 95,40 | 901,5 | 131,3 | 494 | 410,6 | 171,2 | 83,4 | 239,4 | 0,35 |

Les gousses de *P. lucens* sont plus riches en MAT, NDF, ADF, HCELL et CELL que les feuilles de *K. senegalensis* qui ont cependant un degré de lignification supérieur à celui des gousses et du foin d'*A. gayanus*, qui en revanche, présente les teneurs en NDF, HCELL et CELL les plus élevées des trois aliments.

Il faut dire, d'entrée de jeu que les teneurs en MAT du foin d'*A. gayanus* (65,1 g/kg MS) sont inférieure aux 70g/kg MS minimum requis pour la nutrition des ovins. Les teneurs en MAT surtout des gousses distribuées et refusées sont certainement supérieures aux valeurs énoncées car celles-ci ont eu du mal à être broyées et donc quelques graines et noyaux ont échappé aux lames du broyeur et n'ont donc pas pu être pris en compte lors des déterminations.

II. DIGESTIBILITES

A/ FOURRAGES DISTRIBUES COMME SEULS ALIMENTS

Les résultats de la détermination de la digestibilité du foin du foin d'*Andropogon gayanus*, des feuilles de *Khaya senegalensis* et des gousses de *Pterocarpus lucens* sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau n° 17 : Valeurs de digestibilité (en p.100) des divers nutriments du foin d'*Andropogon gayanus*, des feuilles de *Khaya senegalensis* et des gousses de *Pterocarpus lucens*

| Rations | dMS | dMO | dMA | dNDF | dADF | dADL |
|--------------------------------------|-------|------|------|------|------|-------|
| <i>Andropogon gayanus</i> (foin) | 43 a | 44 a | 41 a | 46 a | 34 a | -80 a |
| <i>Khaya senegalensis</i> (feuilles) | 50 b | 54 b | 53 b | 49 a | 47 b | 27 b |
| <i>Pterocarpus lucens</i> (gousses) | 47 ab | 47 a | 57 b | 30 b | 22 c | 7 b |

(Par colonne, les chiffres portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 0,05)

1. Digestibilité du foin d'*Andropogon gayanus*

Les valeurs de dMS et dMO du foin d'*A. gayanus* sont de 43 et 44 p.100 . SAWADOGO (2000) a travaillé sur du foin d'*A. gayanus* supposé au même stade et avait obtenu des valeurs de 46 et 48 p.100 pour la dMS et la dMO. Pour cette même espèce, la digestibilité a été très variable en fonction du stade phénologique, avec des valeurs de dMO de 56 p.100 au tallage et 31 p.100 au stade de dissémination (KABORE-ZOUNGRANA ET AL, 1999).

Andropogon gayanus est une espèce caractérisée par des teneurs en MAT faibles au delà des stades jeunes. La digestibilité de ces matières azotées qui est avant tout fonction des teneurs de l'aliment, sont alors faibles et ont varié de 38 p.100 au tallage à des valeurs négatives au delà du stade de maturation. En ce qui concerne la dMA, la valeur de 41 p.100 que nous obtenons est supérieure à celles trouvées par SAWADOGO (2000) 17 p.100.

Les dNDF et dADF enregistrées ont été de 46 et 34 p.100, ce qui permet de dire que la meilleure utilisation digestive est obtenue avec les NDF. En comparant la dNDF avec ceux de SAWADOGO (2000), nous pouvons dire que nos valeurs sont identiques. KABORE-ZOUNGRANA (1995), quant à elle, trouve une meilleure valeur : 48 p.100 que l'on pourrait relier à la forte teneur en NDF de ce foin. Une relation significative a été trouvée pour les NDF entre la digestibilité et les teneurs. Par ailleurs, il existe une bonne corrélation entre la dMO et la dNDF ; la relation est plus lâche avec la dADF, démontrant que les parois sont des éléments influençant fortement la digestibilité de l'aliment.

Conclusion

"L'étude de digestibilité du foin d'*Andropogon gayanus* a permis de constater que cette graminée présente d'assez bonnes valeurs de dMS et dMO et que, malgré sa faible teneur en azote (65,1 g/kg MS), les animaux arrivent à en utiliser pratiquement la moitié.

2. Digestibilité des feuilles de *Khaya senegalensis* et des gousses de *Pterocarpus lucens*

Les valeurs de digestibilité de la matière sèche et de la matière azotée des feuilles de *K. senegalensis* et des gousses de *P. lucens* sont identiques au seuil de 5 p.100. Les différences observées ont concerné les dMO et les digestibilités des composantes pariétales (NDF, ADF).

2.1. Les feuilles de *Khaya senegalensis*

L'utilisation digestive des feuilles de *K. senegalensis* par les ovins est intéressante.

Les valeurs de dMS et de dMO sont assez bonnes dans la mesure où les animaux arrivent à utiliser la moitié de leur foin de ligneux. Ainsi, nous enregistrons des valeurs respectives de 50 et 54 p.100. Ces données sont supérieures à celles obtenues par KABORE-ZOUNGRANA (1995) avec les feuilles de *Acacia albida* (45 et 50 p.100 pour les dMS et dMO) et à celles obtenues par KIEMA (1991) avec *Acacia macrostachya* pour le même organe. Ce dernier auteur avait également obtenu de fortes valeurs de dMS et dMO avec les feuilles de *Securinega virosa* : 76 et 78 p.100.

Le coefficient d'utilisation digestive des MAT (53 p.100) traduit une bonne utilisation des MAT des feuilles par les animaux. Ces valeurs sont bonnes mais des valeurs supérieures ont été enregistrées avec *Securinega virosa* et *Balanites aegyptiaca* avec respectivement 62 et 68 p.100 (KIEMA, 1991 et OUEDRAOGO, 1992).

Il existe une grande variabilité de valeurs de dMA liée entre autres à l'espèce végétale utilisée. Ainsi, NATH ET AL. (1969), après des essais d'alimentation sur des ovins avec dix arbres et arbustes, ont trouvé des dMA allant de 14 p.100 (*Heterodendrum oléifolium*) à 82 p.100 (*Atriplex nummularia*). Par ailleurs, *A. albida* et *Ziziphus mauritiana* sont peu utilisés : les taux d'utilisation digestive ont été de 37 et 22 p.100 respectivement (KABORE-ZOUNGRANA, 1995 ; OUEDRAOGO, 1992) et une espèce comme *A. macrostachya* a une valeur de dMA nulle c'est-à-dire aucune absorption des MAT distribuées (KIEMA, 1991). Certaines espèces ont une valeur de dMA négative, c'est d'ailleurs le cas de *Acacia ataxacantha* avec une dMA de -20 p.100 (KONE ET AL., 1987).

Pour les fibres, les valeurs de digestibilités sont moins élevées et il n'y a pas vraiment de différence entre la dNDF (49 p.100) et la dADF (47 p.100). Notre valeur de dNDF est du même ordre que celle trouvée par OUEDRAOGO (1992) avec les feuilles de *B. aegyptiaca* mais sa valeur de dADF (39 p.100) est bien en dessous de la nôtre. Pour la même espèce, KABORE-ZOUNGRANA (1995) trouve des valeurs de 41 et 22 p.100 pour les dNDF et dADF.

2.2. Les gousses de *Pterocarpus lucens*

Les valeurs de dMS et de dMO sont identiques (47 p.100). Ces valeurs sont plus faibles que celles des feuilles précédemment déterminées. Il semble que le taux de matières grasses des graines s'il est élevé, diminuerait la digestibilité des constituants pariétaux et partant, des dMS et dMO (KABORE-ZOUNGRANA, 1995). C'est d'ailleurs la raison pour laquelle cet auteur trouve une dMS et une dMO de 45 et 43 p.100 pour les fruits de *Combretum aculeatum*. Par contre, chez d'autres gousses de ligneux (*Acacia albida*) moins pourvues en matières grasses, les valeurs de dMS et de dMO sont élevées : respectivement 59 et 61p.100. La même espèce, sur un site différent (Mali) a donné une dMO de 49 p.100 (KONE ET AL., 1987).

La valeur de DMA des gousses de *P. lucens* (57 p.100) est au regard de certains résultats comme ceux obtenus avec *Acacia albida* et *Acacia macrostachya* : 55 et 53 p.100 (KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Il faut aussi noter que cet auteur avait obtenu des valeurs plus intéressantes avec les gousses de *C. aculeatum* : 74 p.100. De façon générale, les fruits ont une DMA plus élevée que les feuilles de la même espèce. Cependant, il peut arriver que la DMA soit vraiment basse comme celle des gousses de *Piliostigma reticulatum* : 8 p.100 (SAWADOGO, 2000) ou de *Acacia albida* : 18 p.100 (KONE ET AL., 1987).

Nous constatons avec certains auteurs (KABORE-ZOUNGRANA, 1995 et SAWADOGO, 2000), que les gousses des ligneux ont de faibles valeurs de digestibilité des constituants pariétaux. Ainsi, les dNDF, dADF obtenues sont inférieures à 30 p.100.

3. Effet du taux de ligneux dans la ration

Les deux ligneux ayant au préalable été distribués seuls aux animaux se sont montrés intéressants quant à leur utilisation. Cette fois, l'un d'eux sera associé à du foin d'herbacée (*A. gayanus*) afin de déterminer le meilleur taux d'incorporation du ligneux dans la ration. Ainsi, les feuilles de *K. senegalensis* ont été distribuées avec le foin à des taux d'incorporation de 20, 40 et 60 p.100. Les différentes digestibilités des constituants sont représentées sur les figures 11, 12 et 13.

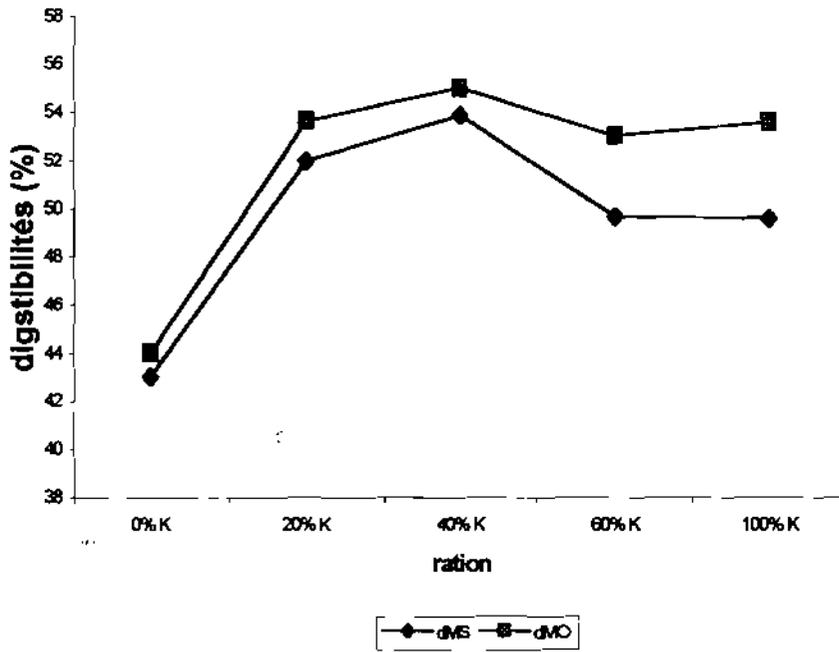


Figure 11 : Evolution des dMS et dMO des feuilles de *Khaya senegalensis* suivant le taux d'incorporation dans la ration

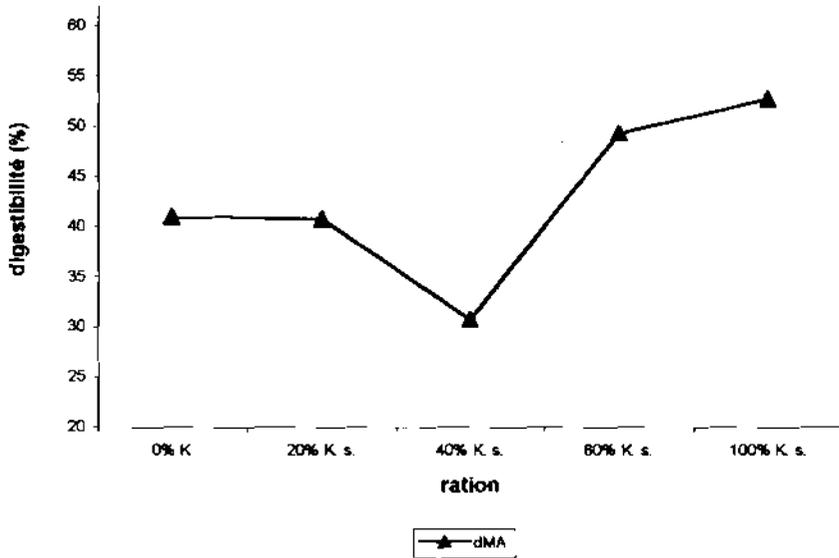


Figure 12 : Evolution de la dMA des feuilles de *Khaya senegalensis* suivant le taux d'incorporation dans la ration

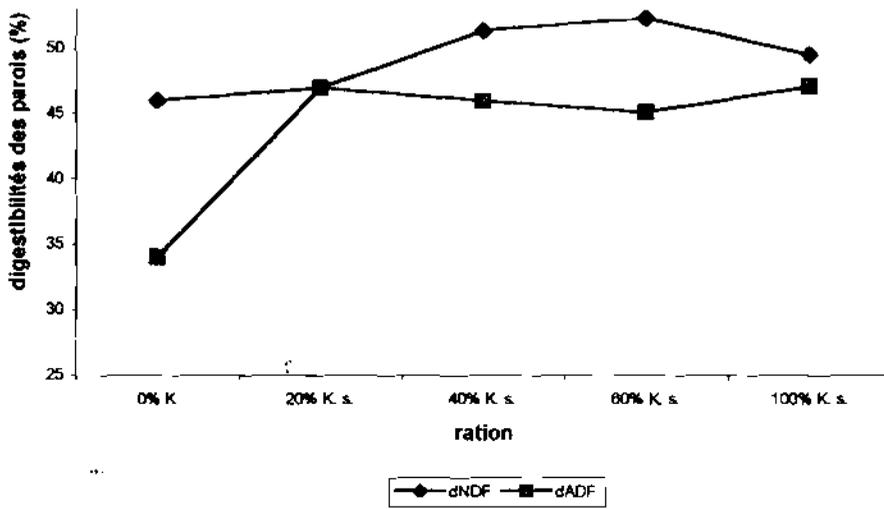


Figure 13 : Evolution des dNDF et dADF des feuilles de *Khaya senegalensis* suivant le taux d'incorporation dans la ration

Des quatre rations à *K. senegalensis*, la plus forte dMS a été obtenue avec 40 p.100 de ligneux et il n'y a pas de différences significatives au niveau des dMS des rations à 20, 60 et 100 p.100 de ligneux (seuil = 0,05) et les dMO obtenues sont identiques.

Les dMA sont moins regroupées que les dMO. Les différences entre les rations à 20, 40, 60 et 100 p.100 de ligneux sont respectivement de 10, 18 et 4 points. A l'opposé des dMS et dMO, la plus faible dMA a été obtenue pour 40 p.100 de taux d'incorporation du ligneux dans la ration tandis que la ration contenant le ligneux seul culmine avec une dMA de 53 p.100, créant ainsi un écart de 22 points entre ces deux valeurs de dMA.

Au niveau de la digestibilité des parois totales, les meilleures dNDF se sont retrouvées avec les rations à 40 et 60 p.100 de ligneux soient respectivement 51 et 52 p.100 et la plus faible des dNDF (47 p.100) se retrouve avec la ration à 20 p.100 de feuilles de ligneux.

En ce qui concerne les dADF, elles sont sensiblement identiques (de 45 à 47 p.100) et la meilleure dADL (27 p.100) est atteinte par la ration exclusivement composée de feuilles de ligneux.

On se rend compte qu'à 40 p.100 de taux d'incorporation du ligneux, nous obtenons les meilleures dMS et dMO. C'est à la même conclusion sur les valeurs de dMS qu'avait abouti ROBINSON (1982) cité par MIRANDA (1989) lors d'une étude similaire avec les gousses de *Prosopis juliflora* associées à du foin de graminées dans des rations pour ovins. D'après les valeurs de dMA obtenues par ce même auteur, il apparaît que les dMA évoluent de la même façon que les dMS avec la meilleure utilisation de la MAT obtenue pour la ration à 40 p.100 de ligneux.

La courbe d'évolution des dMA montre que la digestibilité de cette fraction de l'aliment évolue de façon inverse comparée à celles des dMS et dMO. De plus, elle montre que la digestibilité de cette fraction de l'aliment évolue comme les teneurs. Les relations qui existent entre ces composantes seront précisées dans le paragraphe suivant traitant des prédictions.

4. Prédiction de la Valeur Energétique et Azotée des rations

4.1. Prédiction de la Valeur Energétique

La digestibilité de l'énergie peut être déduite de celle de la matière organique (KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

$$dE = 3.254 + 0.833 \text{ dMO} \pm 3.5 \quad r = 0.72 \quad n = 32$$

Prévoir la digestibilité de l'énergie revient donc à prévoir la digestibilité de la matière organique.

Les teneurs des constituants des parois cellulaires, notamment en NDF et ADF, sont de bons prédicteurs de la dMO des rations à base de ligneux. De plus, la digestibilité du NDF influence bien ($r = 0,80$) la variation de la dMO des ligneux (KABORE-ZOUNGRANA, 1995). Mieux encore, les teneurs en parois non digestibles donnent une meilleure estimation de la dMO (figure15).

La relation suivante est obtenue avec les ligneux utilisés comme seuls aliments :

$$dMOLigneux = - 0,0443 \text{ NDFnd} + 58,592 \pm 0.851 \quad (r = 0,97 \quad n = 7)$$

Au niveau des rations de ligneux associés aux herbacées, la relation est beaucoup moins étroite. Des prédictions avec les MAT, NDF, ADF ou ADL ne donnent pas de meilleurs résultats

La digestibilité de l'énergie peut donc être prédite de façon précise à partir des teneurs en parois non digérées (NDFnd) comme démontré par ailleurs avec les herbacées et/ou les ligneux (AUFRERE *ET AL.*, 1992 ; KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

4.2. Prédiction de la Valeur Azotée

La MAD peut se prévoir à partir des teneurs en MAT des rations.

Ainsi, au niveau des rations de ligneux associés avec du foin d'herbacée (figure 15 a), nous obtenons une bonne corrélation ($r = 0.84$) tout comme avec les rations exclusivement composées de ligneux (figure 15 b).

$$\text{MADRation} = 0.5638 \text{ MAT} - 13.099 \pm 41.701 \quad (r = 0.84 \quad n = 16)$$

$$\text{MADLigneux} = 1.1668 \text{ MAT} - 288.29 \pm 39.781 \quad (r = 0.83 \quad n = 7)$$

Les deux équations obtenues indiquent qu'il existe une bonne corrélation entre les MAD et la MAT. Une meilleure corrélation ($r = 0.97$) a été obtenue avec l'établissement d'une relation de prédiction de la valeur azotée pour toute ration contenant des ligneux.(figure 15 c). ainsi, nous obtenons :

$$\text{MAD} = 0.7001 \text{ MAT} + 99.042 \pm 45.023 \quad (r = 0.97 \quad n = 23)$$

Le coefficient de corrélation que nous avons obtenu traduit une relation très étroite existant entre ces deux éléments. Certaines valeurs sont moins élevées ($r = 0.59$).

La MAD peut se prédire à partir d'autre teneurs ; c'est ainsi qu'il a été montré que la MAD est plus dépendante de la fraction d'azote non contenue dans l'ADF (MANADF) que de la teneurs en MAT (KABORE-ZOUNGRANA, 1995)

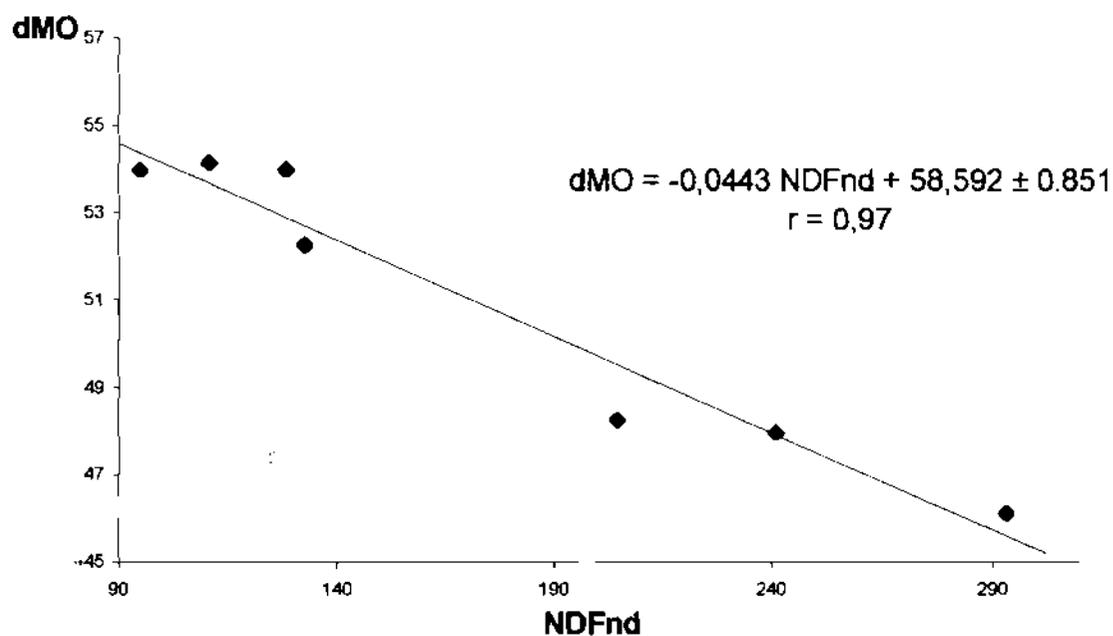


Figure 14 : Relations entre la digestibilité de la matière organique et les teneurs en NDF non digestibles (NDFnd en g/kg de MS) des rations composées de ligneux

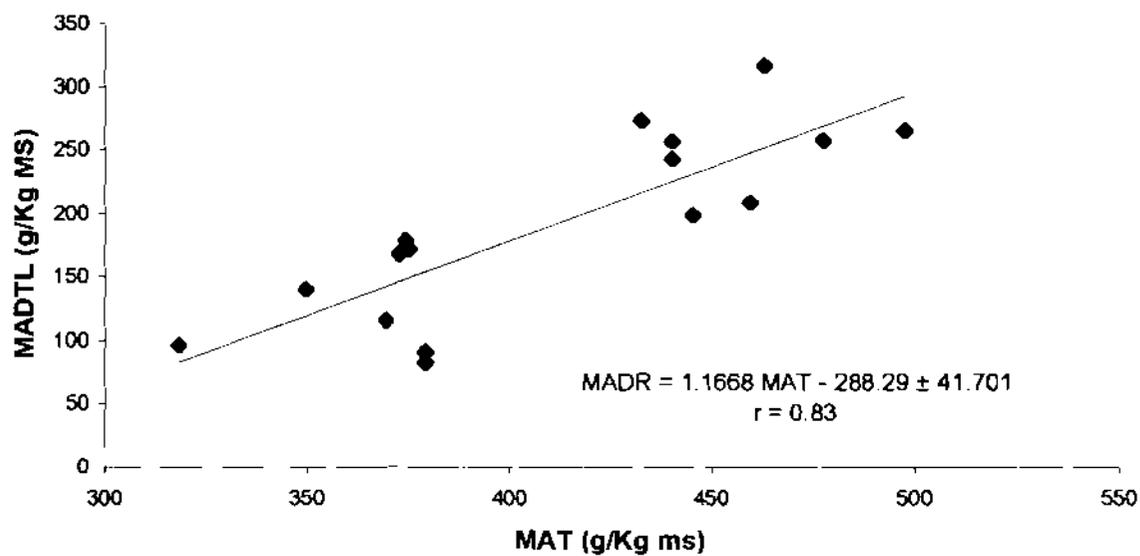


Figure 15 a : Relations entre les matières azotées digestibles (MAD) et les teneurs en MAT (en g/kg de MS) des rations composées de ligneux et d'herbacée

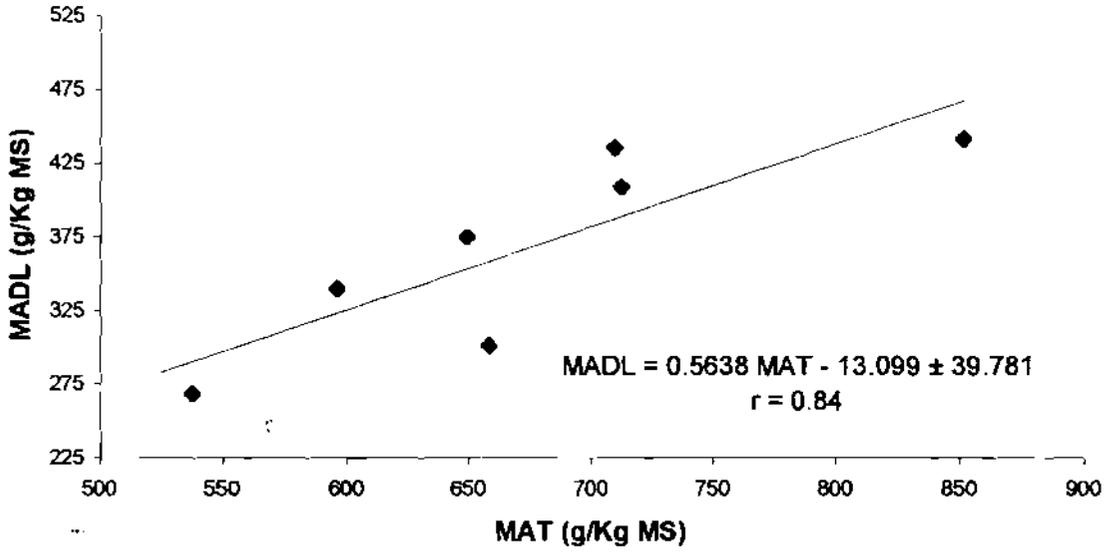


Figure 15 b : Relations entre les matières azotées digestibles (MAD) et les teneurs en MAT (en g/kg de MS) des rations à base de ligneux

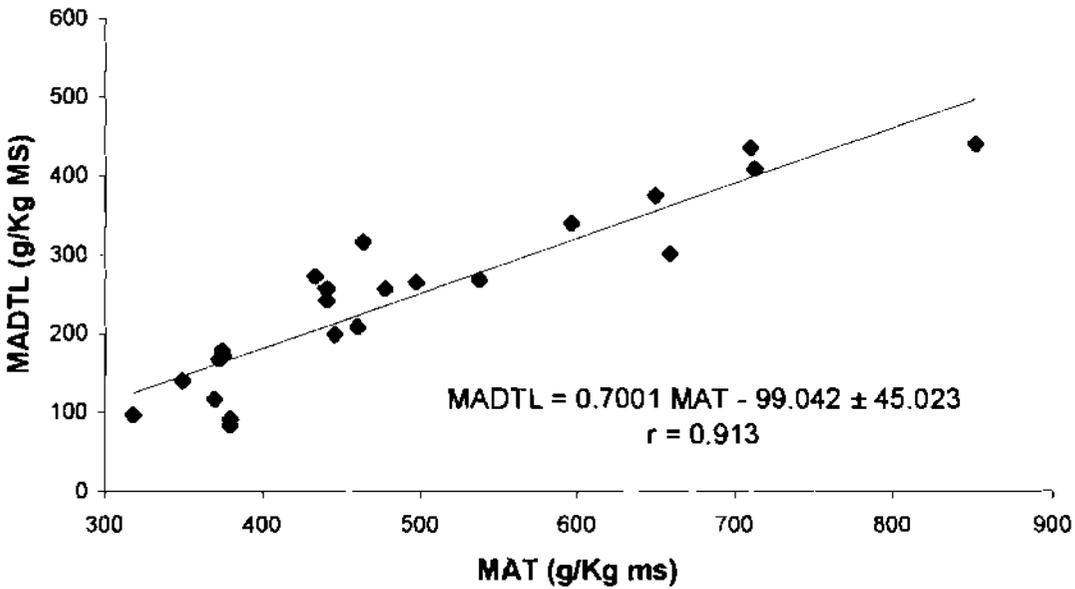


Figure 15 c : Relations entre les matières azotées digestibles (MAD) et les teneurs en MAT (en g/kg de MS) des rations à base de ligneux

5. Comparaison des méthodes d'évaluation de la digestibilité du ligneux

L'estimation de la digestibilité des ligneux à partir d'une ration composite ligneux / herbacée a toujours été utilisée. Elle donne cependant des valeurs souvent différentes de la réalité. L'estimation jugée meilleure est atteinte quand le taux de ligneux est utilisé comme un concentré donc incorporé à un taux de 60 p.100 dans la ration. Le tableau 17 présente les valeurs de digestibilités apparentes trouvées et celles, calculées par la formule de détermination des digestibilité des concentrés décrite dans la partie précédente.

Tableau 17 : Comparaison de la digestibilité (en p.100) des différents constituants des feuilles de *Khaya senegalensis* (a) et des gousses de *Pterocarpus lucens* (b) distribués seuls ou associés à du foin de graminée (*Andropogon gayanus*)

| | | dMS | dMO | dMA | dNDF | dADF | dADL |
|-------------------------------|----------|------|------|------|------|------|--------|
| <i>Pterocarpus lucens</i> | mesurée | 47 a | 47 a | 57 a | 30 a | 22 a | 7 a |
| | calculée | 55 b | 57 b | 75 b | 64 b | 34 b | 33 b |
| <i>Khaya senegalensis</i> | mesurée | 50 a | 54 a | 53 a | 49 a | 47 a | 27 a |
| | calculée | 54 a | 59 a | 55 a | 57 a | 52 a | 68 a |
| <i>Balanites aegyotiaca</i> * | mesurée | 52 a | 59 a | 62 a | 41 a | 22 a | - 27 a |
| | calculée | 50 a | 57 a | 64 a | 39 a | 26 a | - 38 a |

Par espèce, les chiffres portant la même lettre dans chaque colonne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 p.100

*source KABORE-ZOUNGRANA (1995)

Selon le type de ligneux utilisé (*Khaya senegalensis* ou *Pterocarpus lucens*) et selon la nature du constituant, nous remarquons qu'il peut exister des variations dans les teneurs entre les valeurs mesurées et celles calculées par la méthode par différence. Ainsi, des différences significatives ont été notées pour les digestibilités de tous les constituants de *Pterocarpus lucens*.

L'association des ligneux aux herbacées pour la détermination des digestibilités est guidée par le problème d'ingestion des quantités suffisantes de MS liées aux ligneux lorsqu'il sont distribués comme seul aliment. Les taux d'incorporation choisis (60 p.100) sont justifiés par le fait que ces aliments sont assimilés à des concentrés pour lesquels il semble ne pas exister d'interactions digestives entre les différents éléments de la ration.

Cette méthode semble être validée pour une espèce comme *Balanites aegyptiaca* (KABORE-ZOUNGRANA, 1995) pour laquelle une absence de phénomène d'interaction digestive quelque soit le constituant. *Khaya senegalensis* se comporte de façon identique à *B. aegyptiaca*. En revanche, ces phénomènes semblent survenir pour tous les constituants de *Pterocarpus lucens*.

Il faut souligner que chez *B. aegyptiaca*, on avait noté par ailleurs une absence de composés végétaux secondaires plus précisément les tannins.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, il ressort que les ligneux sont des éléments incontournables dans nos pâturages et présentent un intérêt réel. En effet, les feuilles ou les fruits de ligneux sont recherchés par les animaux au pâturage et ce, quelque soit la saison.

Cette étude a permis par ailleurs, de connaître la disponibilité du potentiel fourrager de cinq ligneux du Sahel de la saison des pluies à la saison sèche, moment critique pour les animaux. Ces données pourront servir à une éventuelle planification d'exploitation de ces types de fourrages en vue de constitution de réserves devant servir durant les périodes de soudure.

Les teneurs en MM, MAT des ligneux sont relativement élevées, comparées à la plupart des herbacées. De plus, ces fourrages contiennent des proportions faibles de teneurs en constituants pariétaux ; tout ceci devrait augmenter leur ingestion mais en fait, elle se trouve diminuée par leurs teneurs élevées en lignine et la possible présence de substances antinutritionnelles. Des cinq espèces étudiées, la plus intéressante est *Maerua crassifolia* de par ses teneurs exceptionnelles en MAT, MM et aussi en constituants pariétaux.

Les essais de digestibilités menées sur des ovins ont permis de savoir que l'utilisation des ligneux est parfois faible au regard de leurs teneurs en constituants chimiques élevées. Ceci est plus observé chez . Ces esquisses de résultats ouvrent la voie à une suite de travaux concernant notamment l'identification et la détermination des substances antinutritionnelles contenues dans ces ligneux. *Khaya senegalensis* que chez *Pterocarpus lucens*. sinon, l'association du ligneux aux herbacées quelque soit le taux d'incorporation se traduit par des valeurs plus élevées de l'utilisation digestive. Avec des taux variables de ligneux dans la ration, le taux de 40 p.100 de ligneux semble être celui à préférer.

Ces résultats ouvrent la voie à une suite de travaux qui pourraient concerner notamment l'identification et la détermination de composés végétaux secondaires contenus dans ces ligneux. Ces éléments pourraient être à l'origine de problèmes méthodologiques concernant les déterminations de digestibilités de certains constituants par la méthode dite par différence.

BIBLIOGRAPHIE

AUFRERE J., GRAVIOU D., DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., EMILE J.C., GIOVANNI R., MAUPETIT P., 1992. Estimation of organic matter digestibility of whole maize plants by laboratory methods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 36, 187-204.

ATTA-KRAH A. N.; 1989. Arbres et arbustes fourragers de l'Afrique tropicale : importance , disponibilité et modèles d' utilisation. in *Intégration de l'élevage à l'agriculture en réponse à la pression démographique croissante sur les ressources disponibles. Ile Maurice, 11 – 14 juin 1989, CTA – Actes des séminaires, 309 p.*

BADIARA L. ; 1986. Contribution a l'étude de l'évolution saisonnière des états de surface des zones pâturées sur le bas-versant de la mare d'Oursi (BF). *Mémoire IDR. 146 p .*

BAWTON, R. M. ; 1980. Les ligneux fourragers de la forêt claire du Miombo. In LE HOUEROU H. N. Ed., *Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp 25 – 31.*

BILLE J. C. ; 1980. Mesure de la production primaire appetée des ligneux. In LE HOUEROU H. N. Ed., *Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 183 – 193.*

BREMAN H., DE RIDDER N., KETELAARS J. J. M. H. et KEULEN H.; 1991. *Manuel sur les pâturages des pays . Editions , ACCT-CTA-KARTHALA ,471p*

CISSE M. A. ; 1980. Production fourragère de quelques arbres sahéliens : relations entre la biomasse foliaire maximale et divers paramètres physiques. In LE HOUEROU H. N. Ed., *Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 203 – 208.*

COOPER S. M., OWEN-SMITH N.; 1985. Condensed tannins deter feeding by browsing ruminants in South African savanna. *Oecologia* (Berlin), 67, 142 – 146.

FONTES J., GUINKO S ; 1996. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso : note explicative. 67 p.

GANABA S., OUADBA J. M., BOGNOUNOU O. ; 1997. Utilisation pastorale et perception sur l'évolution des ressources végétales en zone sahélienne (BF). INERA / DPF, 12 p, bibl.

GANABA S., OUADBA J. M., BOGNOUNOU O. ; 1996. Ecologie et gestion des ressources naturelles en zone sahélienne : rapport technique n° 1 des descriptions du milieu. 54 p.

GILLET H. ; 1980. Observations sur les causes de destruction des ligneux sahéliens et sur leur résistance aux déprédations. In LE HOUEROU H. N. Ed., *Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances*. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 127 – 128.

GROUZIS M., SICOT M. ; 1980. Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahéliennes : influence de quelques facteurs écologiques. In LE HOUEROU H. N. Ed., *Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances*. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 231 – 237.

GUERIN H., FRIOT D., MBAYE Nd., RICHARD D., DJENG A. ; 1988. Régime alimentaire de ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essai de description du régime par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variations des choix alimentaires et conséquences nutritionnelles. *Revue. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, n° 41 (4), 427 – 440.

HIEN M. B. ; 2000. Etude des causes de mortalité de *Pterocarpus lucens* Lepr. dans la zone subsahélienne du Burkina Faso. Mémoire IDR, 70 p + ann.

HIERNAUX P. ; 1980. L'inventaire du potentiel fourrager des arbres arbustes d'une région du Sahel malien. Méthodes et premiers résultats. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 195 – 201.

I.B.P.G.R. ; 1984. Forage and browse plants for arid and semi-arid Africa. International Board for Plant Genetic Resources; 293 p.

IEMVT ; 1989. « Manuel d'élevage du mouton en zone tropicale humide d'Afrique ». Coll. Manuel et Précis. Ministère de la Coopération et du Développement ; 207 p.

IVORY D. A. ; 1989. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. In Devendra Ed. Shrubs and tree fodder for farm animal. Proc. Workshop Denpasar, Indonesia, pp: 22 – 38.

KABORE – ZOUNGRANA C. Y., 1995 ; Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits du Burkina Faso. Thèse Doct. ès- Sciences Naturelles, FAST, UO, 224 P.

KABORE-ZOUGRANA C., TOGUYENI A., SANA Y., 1999. Ingestibilité et digestibilité chez le mouton des foin de cinq graminées tropicales. In Revue Elev. Med. Vet. Pays trop; 52 (2): 147-153.

KONE A. R., GUERIN H., RICHARD D. ; 1987. Contribution à la mise au point d'une méthode d'étude de la valeur nutritive des fourrages ligneux. In Séminaire Régional sur les Fourrages et l'Alimentation des Ruminants IRZ/ IEMVT – N'Gaoundéré (Cameroun) 16 – 20 novembre 1987 ; Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 30 IEMVT France ; pp 789 – 809.

LAMPREY H. F., HERLOCKER D. J. and FIELD C. R.; 1980. Les ligneux fourragers en Afrique de l'Est. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp 33 – 55.

LE HOUEROU H. N. ; 1980. Composition chimique et valeur nutritive des fourrages ligneux en Afrique tropicale occidentale. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 259 – 284.

LE HOUEROU H. N. ; 1980. Fourrages ligneux en Afrique du Nord. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp 57 – 83.

LE HOUEROU H. N. ; 1980. Le rôle des ligneux fourragers dans les zones sahéliennes et soudaniennes. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp 85 – 101.

LENG R. A.;1989. Alimentation du bétail et facteurs limitatifs dans les pays tropicaux en voie de développement. in Intégration de l'élevage à l'agriculture en réponse à la pression démographique croissante sur les ressources disponibles. Ile Maurice, 11 – 14 juin 1989, CTA – Actes des séminaires, 309 p. pp. 57 – 95.

MILFORD R., MINSON D. J.;1965. The relation between the crude protein content and the digestible crude protein content of tropical pasture plants. J. Brit. Grassl. Soc., 20, 177 – 179.

NATH K., MALIK N. S., SINGH O. N.; 1969. utilization of *Ziziphus mummularia* leaves by three breeds of sheep. In Aust. J. Agricultural Research n° 20

NIANOGO A. J., KABORE N., ZITCOUM A.; 1997. Utilisation de *Mucuna aterrimum*, de *Parkia biglobosa* et de *Piliostigma reticulatum* dans l'alimentation des porcs à l'engrais.

OUEDRAOGO S. ; 1992. Phénologie , composition chimique et digestibilité de quelle que ligneux fourragers :*Acacia macrostachya* Reich ex Benth., *Acacia seyal* Del. *Batanites aegyptiaca* (L) Del., *Combretum aculeatum* Vent., *Ziziphus mauritiana* Lam. Mémoire de fin d'études , IDR , UO , 64 p.+ annexes.

PELLEW R. A. ; 1980. Production et consommation du fourrage ligneux d'Acacia et sa potentialité pour la de protéines animale. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 221 – 229.

POISSONET J., SANOU O .H., KIEMA A. ; 1997. Etude des potentialités agropastorales d'un terroir comme base de réflexion pour la gestion des ressources naturelles renouvelables dans une optique de développement villageois. Projet RD4 ,rapport final, INERA DPA, 44 p.+ annexes. †

PRESTON T. R. ; 1989. La nécessité d'adapter les systèmes de production animale aux ressources disponibles. in Intégration de l'élevage à l'agriculture en réponse à la pression démographique croissante sur les ressources disponibles. Ile Maurice, 11 – 14 juin 1989, CTA – Actes des séminaires, 309 p. pp 11 – 26.

SANA Y. K. ;1991. Etude de quelques graminées fourragères de la zone soudanienne : évolution de la biomasse et de la composition morphologique, évolution de la valeur nutritive (composition chimique, ingestibilité, digestibilité). Mémoire de fin d'étude IDR, 64 p.

SANON, H. O. ; 1995. Evaluation des pâturages de la station de Katchari : Rapport définitif ; CRREA du nord, INERA, 38 p.

SAWADOGO E. C. ; 1989. Contribution à l'étude de la phénologie et la collecte de graines de quelques espèces forestières ligneuses dans la région de Ouagadougou, Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, IDR, 104 p.

SAWADOGO I., 2000. Phénologie, composition chimique et digestibilité de quatre ligneux fourragers : *Acacia raddiana*, *A. seyal*, *Bauhinia rufescens*, *Piliostigma reticulatum*. Mémoire de fin d'études IDR, UPB, 70 p. + ann.

TOUTAIN B. P10T J. ;1980. Mise en défense et possibilités de régénération des ressources fourragères. Etude expérimentale dans le bassin de la mare d'Oursi . IEMVT-CTFT.

TOUTAIN B. ; 1980. Le rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudaniennes de l'Afrique de l'Ouest. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp 105 – 110.

VAN SOEST P. J.; 1965. Uses of detergents in analyses of fibrous feeds III – study of effects of heating and drying on yield of fibre and lignin in forages. J. of the Association of official Agricultural chemists., 48, 787 – 790.

VAN SOEST P. J.; MARAUS W. C.;1975. Method for the determination of cell wall constituents in forage, using detergent and the relationship between this fraction and voluntary intake and digestibility. Association Affairs Abstracts. Paper 81. *Journal of Dairy Science* 24: 824 – 843.

VAN SOEST P. J.; 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. J. anim. Sci. 26, 119 – 128.

WALKER, B. H. ; 1980. Les ligneux fourragers en Afrique Australe. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp 7 – 23.

WICKENS G. E. ; 1980. Autres utilisations des espèces ligneuses. In LE HOUEROU H. N. Ed., Les ligneux fourragers en Afrique : état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8 – 12 avril, CIPEA, pp : 153 – 181.

ZERBO L. ; 1993. Caractérisation des stations de recherches agronomiques : Di, Katchari, Kouaré. Cellule de Télédétection ; MESSRS ; 106 p + ann.

ZOUNDI S. J., NIANOGO A. J., SAVADOGO L. L.; 1997. Utilisation des gousses de *Piliostigma reticulatum* (DC) Host. Et des feuilles de *Cajanus cajan* (L.) Milsp en combinaison avec l'urée pour l'alimentation de moutons « mossi » à l'engrais. *Tropicultura* n° 4 : Vol.14 pp. 149 – 152.