

BURKINA FASO  
Unité – Progrès – Justice.

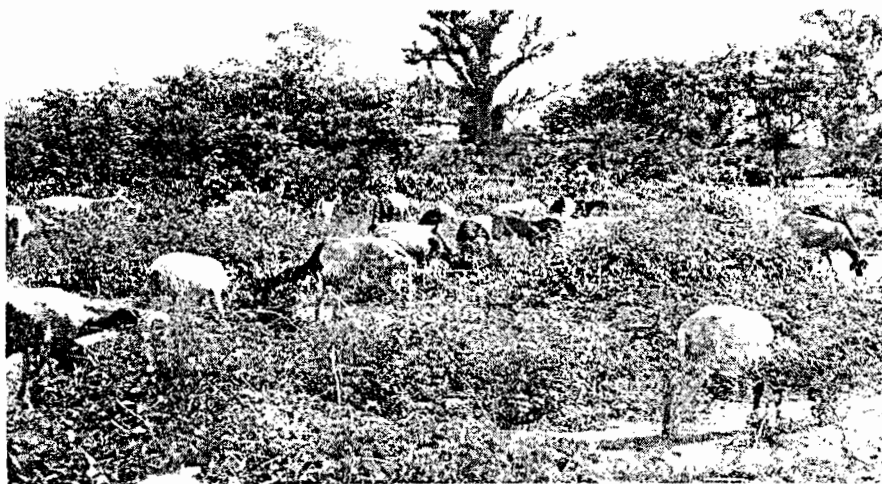
MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE  
BOBO - DIOULASSO  
(U.P.B)  
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT  
RURAL  
(I.D.R)  
PROJET ASDI – VOLET 6

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE.  
(C.N.R.S.T)  
INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET  
DE RECHERCHES AGRICOLES  
(I.N.E.R.A)  
CENTRE REGIONAL DE RECHERCHES  
ENVIRONNEMENTALES ET AGRICOLES  
DE L'OUEST/ FARAKOBA

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du  
**Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural**  
Option: ELEVAGE

Dynamique saisonnière de la disponibilité des ressources  
fourragères en zone sahélienne et leur utilisation par les  
ruminants domestiques : cas du terroir de Tongomayel



Directeur de Mémoire : Dr Bismarck H. NACRO

Maître de stage : Ir. SANON H. Oumou

Dr. SAVADOGO Moumini

Juin 2004

OUATTARA Fousséni

# TABLE DES MATIERES

<b>DEDICACE.....</b>	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTES DES TABLEAUX.....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>vi</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>I. PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU MILIEU ET GENERALITES</b>	
<b>I.1. Présentation de zone d'étude.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1.1. Situation géographique.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1.2. Le milieu physique.....</b>	<b>6</b>
I.1.2.1. Le climat.....	6
I.1.2.3. Les sols.....	11
I.1.2.4. Hydrographie.....	11
I.1.2.6. Végétation.....	12
<b>I.1.3. Le milieu humain.....</b>	<b>13</b>
I.1.3.1. Population.....	13
I.1.3.2. Ethnies et religions.....	14
I.1.3.3. Activités socio-économiques.....	14
<b>I.2. Systèmes d'exploitation des ressources naturelles.....</b>	<b>17</b>
<b>I.2.1. Systèmes de cultures.....</b>	<b>17</b>
<b>I.2.2. Systèmes d'élevage.....</b>	<b>18</b>
<b>I.2.3. Autres systèmes d'exploitation des ressources naturelles.....</b>	<b>18</b>
<b>I.2. Les pâturages sahéliens.....</b>	<b>20</b>
<b>I.2.1. Définition.....</b>	<b>20</b>
<b>I.2.2. Caractéristiques.....</b>	<b>22</b>
I.2.2.1. Productivité.....	22
I.2.2.2. Biomasse maximale.....	22
I.2.2.3. Capacité de charge.....	23
I.2.2.4. Qualité des pâturages.....	24
<b>I.3. Méthodes d'évaluation des pâturages.....</b>	<b>25</b>
<b>I.3.1. Identification et description des types de pâturages.....</b>	<b>25</b>
I.3.1.1. Cartographie des pâturages.....	26
I.3.1.2. Echantillonnage.....	26
I.3.1.3. Les relevés de terrain.....	26
I.3.1.4. Les méthodes d'étude des peuplements ligneux.....	27
I.3.1.5. Analyse des données.....	29
<b>I.3.2. Evaluation de la productivité et de la valeur fourragère.....</b>	<b>30</b>
I.3.2.1. Evaluation de la biomasse herbacée.....	30
I.3.2.2. Evaluation de la biomasse fourragère ligneuse.....	31
I.3.2.3. Evaluation de la valeur nutritive.....	33

<b>I.3.3. Méthodes d'étude de la dynamique des pâturages.....</b>	<b>34</b>
I.3.3.1. Suivi des formations végétales.....	34
I.3.3.2. Suivi des troupeaux au pâturage.....	35
<b>II. DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES</b>	
<b>II.1. Introduction.....</b>	<b>36</b>
<b>II.2. Identification des types de pâturages et des stations.....</b>	<b>38</b>
<b>II.3. Inventaires floristiques.....</b>	<b>39</b>
II.3.1. Strate herbacée.....	39
II.3.2. Strate ligneuse.....	41
<b>II.4. Evaluation de la phytomasse herbacée.....</b>	<b>43</b>
II.4.1. Phytomasse herbacée disponible sur les sites.....	43
II.4.2. Phytomasse herbacée disponible dans les champs après la récolte.....	44
II.4.2.1. La biomasse maximale.....	44
II.4.2.2. La capacité de charge (CC).....	44
<b>II.5. Evaluation de la contribution des résidus de culture.....</b>	<b>45</b>
<b>II.6. Estimation de la qualité des pâturages.....</b>	<b>46</b>
<b>II.7. Etude phénologique d'espèces ligneuses fourragères.....</b>	<b>47</b>
<b>II.8. Evaluation du comportement des animaux au pâturage.....</b>	<b>49</b>
II.8.1. Comportement alimentaire au pâturage et hauteur de pâture.....	49
II.8.1. Comportement alimentaire au pâturage et hauteur de pâture.....	50
<b>III. TROISIEME PARTIE : RESULTATS DISCUSSIONS</b>	
<b>III.1. CARTOGRAPHIE DES PÂTURAGES DE LA ZONE D'ÉTUDE.....</b>	<b>51</b>
<b>III.2. INVENTAIRES FLORISTIQUES.....</b>	<b>52</b>
III.2.1. Caractéristiques de la strate herbacée.....	52
III.2.1.1. La composition floristique.....	52
III.2.1.2. Structure de la strate herbacée.....	54
III.2.1.3. Espèces productives.....	58
III.2.1.4. Valeur pastorale brute ( V.P <sub>B</sub> ).....	60
III.2.2. Strate ligneuse.....	61
III.2.2.1. Composition floristique.....	61
III.2.2.2. Spectre .....	63
III.2.2.3. Densité du peuplement.....	64
III.2.2.4. Dynamique de la végétation: capacité de régénération et taux de mortalité.....	65
III.2.2.5. Taux de recouvrement (R%).....	67
III.2.2.6. Stratification de la végétation.....	68
<b>III.3. EVALUATION DE LA PRODUCTION DE BIOMASSE HERBACEE ET DES RESIDUS DE CULTURE.....</b>	<b>68</b>
III.3.1. Dynamique de la production herbacée.....	68
III.3.2. Production des résidus de culture.....	74
III.3.3. Capacité de charge (CC).....	75
III.3.3.1. Sur les parcours naturels.....	75
III.3.3.2. Dans les champs.....	76

<b>III.4. COMPOSITION CHIMIQUE DES FOURRAGES HERBACEES ET DES RESIDUS DE CULTURE.....</b>	<b>78</b>
III.4.1. Fourrage herbacée.....	78
III.4.2. Les résidus de culture.....	79
III.4.3. Conclusion.....	81
<b>II.5. ETUDE PHENOLOGIQUE DE QUELQUES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES FOURRAGERES.....</b>	<b>81</b>
<b>III.6. COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES BOVINS, CAPRINS ET OVINS AU PÂTURAGE.....</b>	<b>93</b>
III.5.1. Rythme d'activités au pâturage.....	93
III.6.1.1. Marche.....	94
III.6.1.2. Pâturage herbacée.....	97
III.6.1.3. Pâturage ligneuse.....	98
III.6.1.4. Les activités alimentaires.....	101
III.6.1.5. Abreuvement.....	103
III.6.1.6. Repos et rumination.....	103
III.6.2. Préférences du brouet par les différents types d'animaux.....	107
III.6.3. Hauteur de pâturage.....	110
<b>CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS.....</b>	<b>112</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>114</b>
<b>Annexes.</b>	

## DEDICACE

Je dédie ce mémoire à ma famille, à mes sœurs bien aimées : Kadidjatou, Fatoumata, Awa, Alime, Absatou et Aïcha ; à mes frères : Mamadou, Abdoulaye, Tiécoura, Oumar, Moustapha, Soumaïla, Daouda, et Check Ibrahim.

Je fais une dédie spéciale à ma très chère mère chérie.

Je dédie surtout ce mémoire à la mémoire de mon père, il demeure et demeurera toujours éternel pour nous. Il est le berger de ma vie.

Je dédie aussi ce mémoire aux mémoires de mes sœurs bien sœurs aimées qui nous ont quitté dans la fleur de l'âge. Elles resteront toujours présentes dans nos cœurs.

## REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail j'aimerais adresser mes sincères remerciements à tous ceux qui ont de près ou de loin oeuvré à son aboutissement. J e remercie particulièrement :

- Le Dr. Bismarck H. NACRO, mon directeur de mémoire qui, malgré ses multiples occupations, n'a ménagé aucun effort pour apporter sa très précieuse contribution à ce travail ;
- Mme Oumou H SANON et le Dr. Moumini SAVADOGO, mes co-maîtres de stages, pour leur entière implication dans ce travail ; qu'ils trouvent là l'expression de mes sentiments les plus distingués ;
- Le Pr. Chantal-Yvette KABORE-ZOUNGRANA, coordonnatrice du projet suédois/volet 6, pour toute sa sollicitude et à travers elle j'aimerais aussi adresser mes remerciements à sa structure pour avoir voulu bien financer nos travaux ;
- Mr. Désiré SOME, coordonnateur du Projet de Développement de l'Élevage dans la province du Soum (PDES), pour sa sollicitude bienveillante à mon égard et son hospitalité ; à travers lui je remercie aussi sa structure pour m'avoir accueilli durant tout mon séjour à Djibo ;
- Mr. S éini K IBA, directeur provincial des ressources animales de la province du Soum pour sa générosité et son sens du respect ;
- Tout le village de Tongomayel et spécialement le chef du village , Mr. DICKO ..... , pour leur accueil chaleureux et leur bonne collaboration tout au long de ce travail qui est aussi le leur ;
- Le corps enseignant de l'IDR et spécialement Dr. Aboubacar TOGUYENI pour leur engagement dans notre formation ;
- Tous mes camarades de classe et spécialement mon ami Blama JALLOH pour tous les instants de convivialité que nous avons passé ensemble ;
- Ceux dont les noms n'ont pas été cités, qu'ils trouvent dans ce mémoire le témoignage de ma profonde gratitude.

**Merci !**

## LISTES DES TABLEAUX

<b>Tableau I.1:</b> Pluviosités annuelles (en mm) de Arbinda, Baraboulé, Djibo, Kelbo et Tongomayel de 1994 à 2003.....	7
<b>Tableau I.2 :</b> Moyennes mensuelles de l'ETp à Dori de 1961 à 2000 (en mm).....	10
<b>Tableau I.3 :</b> Caractéristiques et la répartition des sols dans la province du Soum.....	11
<b>Tableau I.4 :</b> Effectifs de la population par département en 2003.....	14
<b>Tableau I.5 :</b> Quelques paramètres zootechniques des troupeaux dans la province du Soum.....	16
<b>Tableau II.1 :</b> Caractéristiques des classes choisies pour l'étude des populations ligneuses.....	42
<b>Tableau II.2 :</b> Stations d'observations phénologiques.....	48
<b>Tableau III.1_:</b> Fréquences spécifiques et degrés d'appétibilité des espèces herbacées dominantes recensées par unité de végétation.....	53
<b>Tableau III.2 :</b> « espèces productives » suivant l'unité de végétation.....	59
<b>Tableau III.3 :</b> Valeurs pastorales brutes (VP <sub>B</sub> %) des différentes unités de pâturages.....	60
<b>Tableau III.4 :</b> Effectifs des espèces recensées et espèces dominantes par unité de végétation.....	62
<b>Tableau III.5 :</b> Spectres d'appétibilités (en % du nombre d'espèces) des espèces ligneuses par unité de pâturage.....	63
<b>Tableau III.6 :</b> densité du peuplement ligneux en N/ha dans les différentes unités.....	64
<b>Tableau III.7 :</b> paramètres dynamique de la végétation.....	66
<b>Tableau III.8 :</b> Taux de recouvrement moyens par hectare de la population ligneuse des différentes unités.....	67
<b>Tableau III.9 :</b> Productions de biomasse herbacée (en kg MS/ha ) des pâturages en fonction du temps.....	69
<b>Tableau III.10:</b> Production (Kg MS/ha) des résidus des différentes spéculations produites dans le village de Tongomayel.....	74

<b>Tableau III.11</b> : Capacités de charges (CC) et charges animales théoriques des différentes unités.....	76
<b>Tableau III.12</b> : Capacités de charges (CC) et de charges animales théoriques des résidus de récoltes.....	77
<b>Tableau III.13</b> : Teneurs (% MS) en matière sèche (MS), cendres (MM) et matières azotées totales (MAT) des différentes unités à l'optimum de végétation.....	78
<b>Tableau III.14</b> : Teneurs en matière sèche (MS), cendres (MM) et matières azotées totales (MAT) des résidus de culture.....	80
<b>Tableau III.15</b> : Rythmes d'activités au pâturage des animaux suivant les périodes considérées.....	93
<b>Tableau III.16</b> : Proportions de temps consacré aux espèces ligneuses par rapport au temps total de pâture ligneuse chez les bovins.....	107
<b>Tableau III.17</b> _: Proportions de temps consacré aux espèces ligneuses par rapport au temps total de pâture ligneuse des ovins.....	108
<b>Tableau III.18</b> : Proportions de temps consacré aux espèces ligneuses par rapport au temps total de pâture ligneuse des caprins.....	109
<b>Tableau III.19</b> : Hauteurs moyennes de pâture pour les différentes espèces animales.....	110



## LISTE DES FIGURES

<b>Figure I.1 :</b> Carte de situation géographique.....	4
<b>Figure I.2 :</b> Carte administrative de la province du Soum.....	5
<b>Figure I.3 :</b> répartition mensuelle des moyennes pluviométriques au cours des quatre dernières années dans le département de Djibo.....	7
<b>Figure I.4:</b> Evolution de la moyenne mensuelle de l'évaporation à Dori, 1990 à 1997, bac A.....	9
<b>Figure III.1 :</b> Carte d'occupation des sols et des itinéraires des troupeaux domestiques du terroir de Tongomayel.....	51
<b>Figure III.2 :</b> spectres brut et de dominance des herbacées des différentes unités.....	55
<b>Figure III.3 :</b> Spectre d'appétibilité (%) des ligneux de la zone.....	64
<b>Figure III.4 :</b> stratification du peuplement ligneux des unités de végétation.....	68
<b>Figure III.5 :</b> Courbes d'évolution de la biomasse herbacée en fonction du temps.....	71
<b>Figure III.6.a :</b> Phénogrammes par hauteur de classe de <i>Pterocarpus lucens</i> .....	82
<b>Figure III.6.b :</b> Phénogrammes par hauteur de classe de <i>Acaci senegal</i> .....	84
<b>Figure III.6.c:</b> Phénogrammes par hauteur de classe de <i>Balanites aegyptiaca</i> .....	86
<b>Figure III.6.d :</b> Phénogrammes par hauteur de classe de <i>Combretum aculeatum</i> .....	88
<b>Figure III.6.e :</b> Phénogrammes par hauteur de classe de <i>Guiera senegalensis</i> .....	90
<b>FigureIII.7:</b> Activités alimentaires des bovins.....	102
<b>FigureIII.8:</b> Activités alimentaires des ovins.....	102
<b>FigureIII.9:</b> Activités alimentaires des caprins.....	102

## RESUME

La présente étude a été conduite dans le terroir de Tongomayel (province du Soum) situé dans la zone sahélienne du Burkina Faso. L'objectif global était d'évaluer le potentiel fourrager de la zone en rapport avec le parcours des animaux au cours des différentes saisons marquées par une variation du disponible fourrager.

L'approche méthodologique a consisté d'abord à la caractérisation des différentes unités de végétation. Ainsi, 15 sites ont été définis. La richesse spécifique a été évaluée grâce à la technique des points quadrats alignés pour la strate herbacée ; le comptage total à l'hectare a été employée pour la strate ligneuse. Au total 114 espèces herbacées et ligneuses ont été recensées sur l'ensemble des sites. Les graminées annuelles dominent nettement le tapis herbacé par leur important taux de recouvrement (plus de 61%) ; la strate ligneuse est dominée par les mimosaceae, les capparidaceae et les combretaceae.

L'usage de la technique de la récolte intégrale a permis l'estimation de la production optimale de biomasse herbacée épigée et sa dynamique. La contribution des résidus de récolte a été appréciée par la pose de carrés de rendement. La phytomasse maximale enregistrée sur les sites varie de 0,74 à 3,49 t MS/ha induisant une capacité de charge variant de 0,17 à 0,81 UBT/ha/saison sèche selon les unités. La charge animale théorique dans les champs en saison sèche varie de 74,16 pour les résidus de maïs à 6858,42 UBT pour le mil. Les analyses bromatologiques des fourrages herbacés et des résidus de culture révèlent des teneurs en MAT faibles qui sont inférieures à 9,66% (MS). La disponibilité fourragère ligneuse a été évaluée par une étude de la phénologie.

Les observations des bovins, des caprins et des ovins au pâturage ont permis de déterminer les itinéraires, les rythmes d'activités, les préférences de brout ainsi que les hauteurs moyennes de pâture pour la consommation des ligneux. Les activités alimentaires varient de 40,28 à 74,64%, de 46,95 à 79,83% et de 47,02 à 82,72% de temps de pâture respectivement pour les bovins, les caprins et les ovins ; les hauteurs moyennes de pâture sont respectivement 1m 87, 1m 57 et 0m 87. Des axes de recherche ont été identifiés en vue de perspectives futures.

**Mots clés :** Zone sahélienne, Potentiel fourrager, Dynamique de la biomasse, Phénologie, Comportements alimentaires.

## Introduction générale

« Le Sahel est le “rivage” du Sahara où le désert fait progressivement place au monde tropical avec un climat à saisons tranchées, une faune et une flore adaptées. C’est une région écologique dite “à vocation pastorale” pour la raison essentielle que les conditions climatiques y sont rigoureuses et rendent aléatoire toute autre spéculation ; mais l’activité élevage ne s’y exerce pas sans aléas » (**Boudet, 1991**).

Au Burkina Faso, le Sahel couvre essentiellement la partie nord du pays et, compte quatre provinces à savoir les provinces de l’Oudalan, du Seno, du Soum et du Yagha. A l’instar de tout le Sahel, la zone sahéenne burkinabè est caractérisée par un élevage de type traditionnel basé sur une utilisation extensive des pâturages naturels. Ces derniers représentent environ 90% de l’alimentation des herbivores pour le pays (**Zoungrana, 1999**).

Aujourd’hui, l’on évoque de plus en plus dans la zone sahéenne le problème de la dégradation des ressources naturelles (pâturages naturels) exacerbée par l’accroissement des effectifs d’animaux. Plusieurs auteurs ont déjà fait cas de ce constat dans les régions arides et semi-arides, en particulier au Sahel. Pour certains auteurs la dégradation serait d’origine climatique c’est-à-dire liée à la péjoration climatique qui a commencé depuis 1961 (**Guinko, 1984 ; Boudet, 1984**). Mais selon d’autres auteurs la dégradation serait beaucoup plus le résultat une pression anthropique accrue exercée sur les ressources (**Orev, 1987 ; Grouzis, 1988 ; Penning De Vries et Djitéye, 1991**). Ainsi, **Zoungrana (1999)** tirait aussi la conclusion que l’élevage pastoral burkinabè, depuis une décennie, connaît une nette augmentation sur le plan numérique; ce qui suppose une exploitation de plus en plus poussée des ressources naturelles. Les effectifs du bétail dans la province du Soum sont d’environ 171 562 bovins, 244 962 ovins et 533 421 caprins (**statistiques de l’élevage, 2000**). D C A

Cependant, la reconstitution des troupeaux après les sécheresses des années 1974-1984 ayant engendré de sévères pertes de bétail au Sahel et, l’augmentation des effectifs supposent une amélioration de la productivité des animaux, qui a certes un effet direct sur les pâturages. Mais en contre partie on pourrait penser que les ressources disponibles ont favorisé cette augmentation de la productivité animale.

Quelle est la situation actuelle du potentiel fourrager herbacé et ligneux au Sahel ?

Comment les animaux exploitent ces ressources pour subvenir à leur besoin ?

Quelles sont les stratégies développées par les producteurs pour se maintenir dans la zone ?

Telles sont quelques questions que cette étude cherche à répondre à travers un terroir test dans la province du Soum : Tongomayel.

Les objectifs spécifiques sont :

- inventorier la flore de la zone d'étude ;
- suivre la phénologie de quelques principales espèces ligneuse fourragères ;
- évaluer la production de biomasses herbacée et son évolution au cours de la saison sèche ;
- évaluer la contribution des résidus de culture pour les principales spéculations ;
- déterminer la composition chimique des fourrages de la zone ;
- déterminer le comportement alimentaire des animaux au pâturage et les circuits de pâturage au cours des différentes saisons marquées par des variations du disponible fourrager ;

Le présent mémoire issu de ce travail sera présenté selon le schéma suivant :

- \* la première partie : Revue bibliographique, présentera la zone d'étude et les généralités ;
- \* la deuxième partie : matériels et méthodes, présentera les matériels et les méthodes utilisés ;
- \* la troisième partie : résultats et discussions, présentera les résultats, leurs analyses et leurs interprétations.

Une conclusion générale et des suggestions viendront à la fin de ce document.

# **I. PREMIERE PARTIE: PRESENTATION DU MILIEU ET GENERALITES**

## **I.1. Présentation de zone d'étude**

Ce travail a eu pour cadre général le Sahel burkinabé, en occurrence la province du Soum. Le village de Tongomayel dans le département de Tongomayel est celui qui a abrité nos sites de recherche.

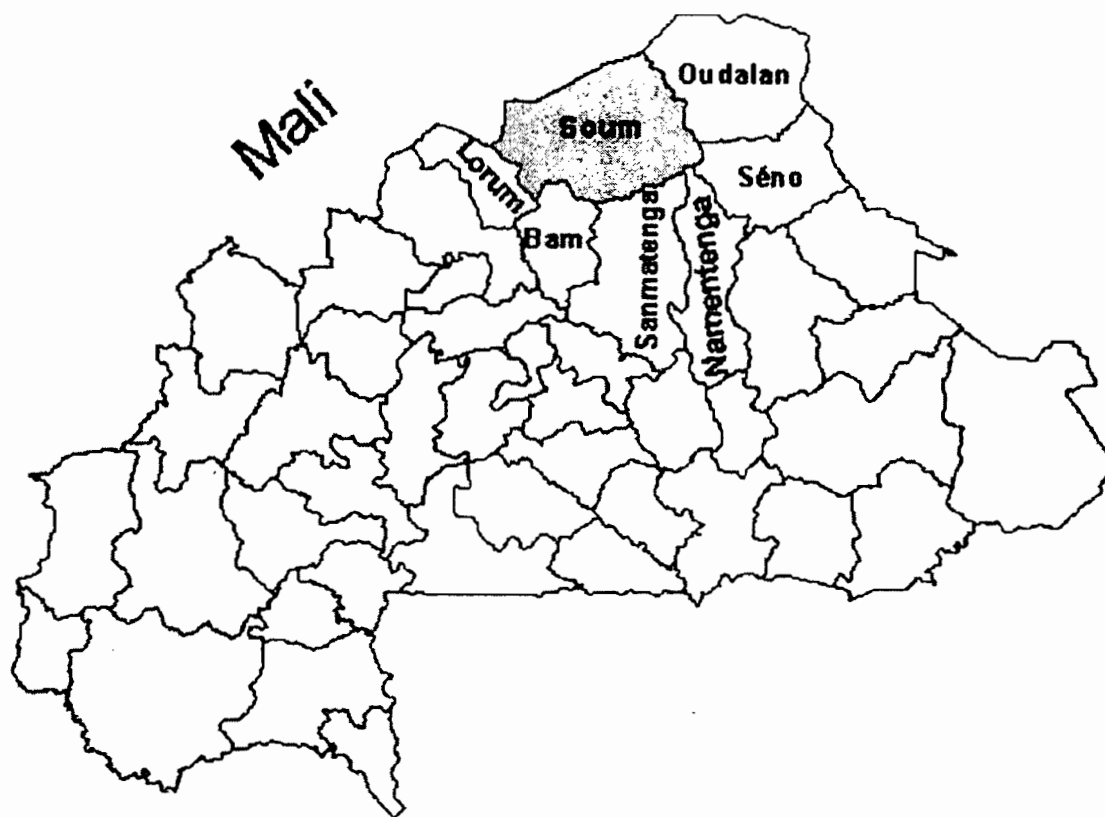
### **I.1.1. Situation géographique**

Située au nord du Burkina Faso, la province du Soum s'étend entre les latitudes 13°44' et 14°50' Nord, et les longitudes 0°32' et 2°07' Ouest. Elle est limitée au Sud-ouest par la province du Lorum, au Sud par les provinces du Sanmatenga, du Bam et du Namentenga, au Nord et Nord-ouest par la République du Mali, au Nord-est et à l'Est par la province de l'Oudalan, puis enfin au Sud-est par la province du Seno (figureI.1). Le chef-lieu de la province, la ville de Djibo, est situé à environ 260 km de Ouagadougou.

La province couvre une superficie totale de 1266300 ha. Sur le plan administratif, elle est subdivisée en neuf départements : Arbinda, Barbouillé, Diguel, Djibo, Kelbo, Koutougou, Nassoumbou, Pobé-Mengao et Tongomayel (figureI.2).

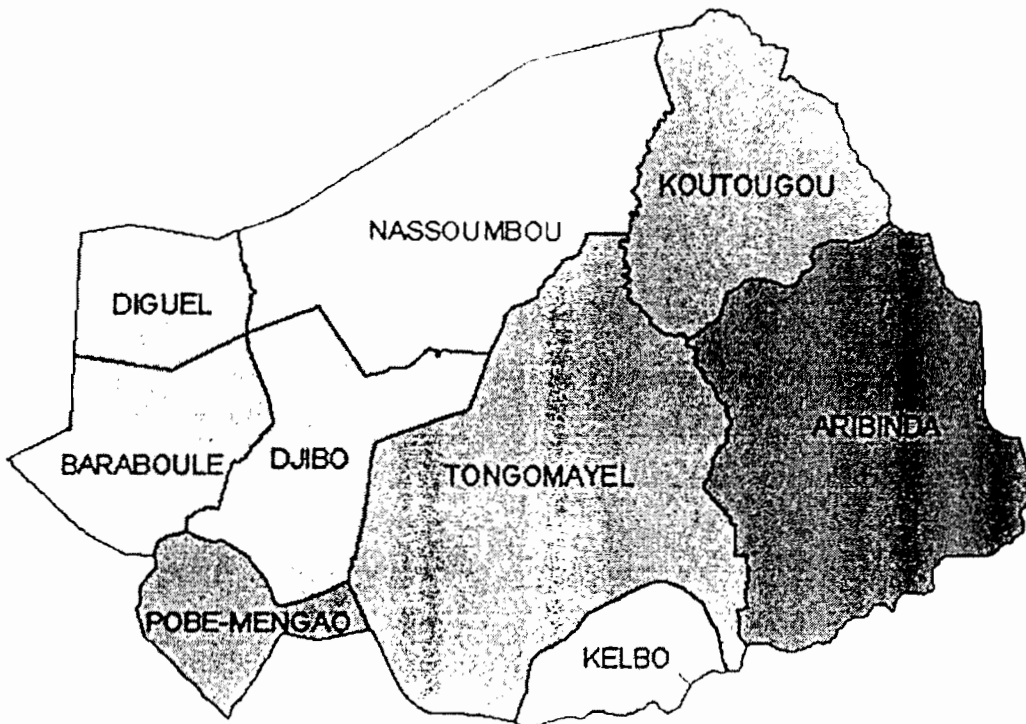
Le village de Tongomayel, notre terroir d'étude, est situé à 18 km de Djibo le chef-lieu de la province.

Figure I.1 : Carte de situation géographique



Source: BUNASOLS, 2002

Figure I.2 : Carte administrative de la province du Soum



Source : BUNASOLS, 2002



## I.1.2. Le milieu physique

### I.1.2.1. Le climat

La province du Soum est caractérisée par un climat sahélien marqué par l'alternance de deux saisons ou périodes fortement contrastées : une saison sèche longue de 8 à 9 mois et une saison humide ou saison pluvieuse ou hivernage courte de 3 mois. Ce type de climat s'explique par le fait que la zone subit l'influence de deux anticyclones permanents : l'anticyclone saharien situé sur le Sahara (Lybie-Soudan) et l'anticyclone austral qui domine l'Atlantique sud aux environs de Sainte Hélène (**Guinko, 1984**).

#### \* La pluviosité

La pluviosité est sans conteste l'un des éléments climatiques les plus importants du point de vue de la production primaire des aires de parcours. Son influence est grande, et une diminution de la pluviosité engendre une réduction de la productivité des pâturages (**Boudet, 1984**). Pour notre étude les données pluviométriques qui sont présentées ont été recueillies sur une période de dix ans de 1994 à 2003 et proviennent de cinq localités qui sont : Arbinda, Baraboulé, Djibo, Kelbo et Tongomayel (**Tableau I.1**).

La moyenne pluviométrique annuelle de ces dix dernières années pour l'ensemble de la province est 517,6 mm d'eau. Cette moyenne est respectivement pour chacune des cinq localités ci-dessus mentionnées de 510,6 , 516,1 , 486,3 , 569,7 et 505,1 mm. On constate que les variations spatio-temporelles sont très remarquables. L'année la plus pluvieuse est incontestablement l'année 1998 avec des cumules pluviométriques annuelles variant de 561,8 à 828 mm pour respectivement Kelbo et Tongomayel. La pluviosité évolue dans son ensemble, sur cette dernière décennie, en dents de scie (**tableau I.1**).

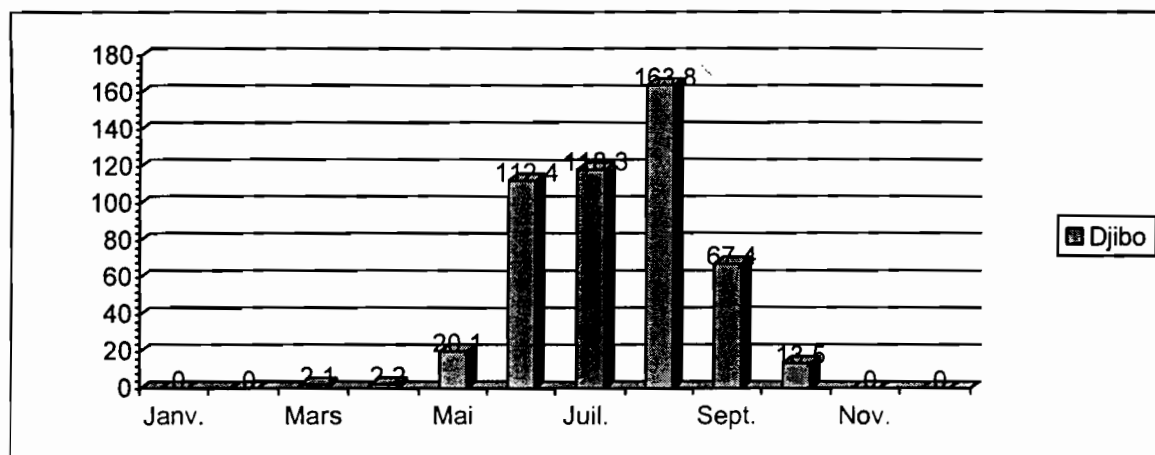
La figure I.3 présentant les pluviosités moyennes mensuelles de la ville de Djibo sur les quatre dernières années (2000 à 2003), dénote que le mois d'août demeure le mois le plus humide. C'est le mois qui correspond à la période active de végétation.

**Tableau I.1: Pluviosités annuelles (en mm) de Arbinda, Baraboulé, Djibo, Kelbo et Tongomayel de 1994 à 2003**

Localités	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Arbinda	706,5	361,5	331,5	538,5	716,4	552,5	459	333,1	479,4	627,3
Baraboulé	727	369,7	-	436,6	684,4	596,9	376	405,5	338	710,7
Djibo	594,9	414	311,3	290,2	730	618,2	340,5	561,5	430,4	572
Kelbo	-	542,5	-	470	561,8	594,4	387,5	608,7	556,7	824
Tongomayel	501	549,5	-	543,5	828	481	345,5	426,6	426,8	520,6

(Source :Direction Provinciale de l'Agriculture, Soum.)

**Figure I.3 : répartition mensuelle des moyennes pluviométriques au cours des quatre dernières années dans le département de Djibo.**



#### \* Les vents

On distingue deux types de vents : ceux de la saison sèche et ceux de la saison pluvieuse.

- Les vents de la période sèche sont appelés harmattan (c'est l'alizé boréal). Ils soufflent quotidiennement et balayent l'ensemble du Burkina Faso d'Est en Ouest. Ces vents sont du secteur Nord-est à Est. Selon **Monnier** cité par **Guinko (1984)**, l'harmattan est une masse d'air sec en provenance du Sahara, portée par un flux d'est et souvent chargée d'aérosols minéraux et organiques. L'harmattan provoque la chute de l'hygrométrie surtout durant la journée et, entraîne aussi de fortes variations thermiques entre le jour et la nuit. Les conséquences du passage de l'harmattan sur la végétation seront donc le dessèchement rapide des herbacées ; la

défoliation totale des ligneux à l'exception de quelques espèces à petites feuilles coriaces (les *Boscia*) ; le durcissement de la carapace protectrice des tiges et des bourgeons des ligneux ; l'exsudation de la gomme par certaines parties blessées des tiges d'Acacia, de *Khaya senegalensis* (Guinko, 1984).

- Les vents de la période pluvieuse correspondent aux vents de la mousson (c'est l'alizé austral) apportant la pluie. Ces vents sont du secteur Sud-ouest à Sud et s'installent progressivement à partir de mai avant de s'arrêter brusquement en octobre. Ce sont par ailleurs des vents réguliers et modérés qui peuvent toutefois prendre de l'ampleur au milieu de la journée, mais sans jamais atteindre la violence de l'harmattan (Guinko, 1984).

#### \* Les températures

Sur le plan thermique, on note au niveau de la province du Soum, l'existence de variations saisonnières matérialisées par deux périodes fraîches et deux périodes chaudes au cours de l'année :

- la grande période chaude de février à juin, où les températures maximales varient de 35°C à 42°C avec des pics de chaleur observés en avril (42°C) et en mai (41°C) ;
- la petite période chaude d'octobre et de novembre avec des températures pouvant atteindre respectivement 39°C et 38° ;
- la grande période fraîche de novembre à février marquée l'influence des vents continentaux appelés alizé continental ou harmattan ; les mois les plus froids sont décembre et janvier avec des minima atteignant 15°C ;
- enfin, on a la petite période fraîche d'août à septembre , où les températures minimales atteignent respectivement 23°C et 24°C .

Les données thermiques utilisées proviennent de la station synoptique de Dori, et les distinctions grandes et petites périodes sont basées essentiellement sur la durée des phénomènes observés.

#### \* Evaporation et évapotranspiration

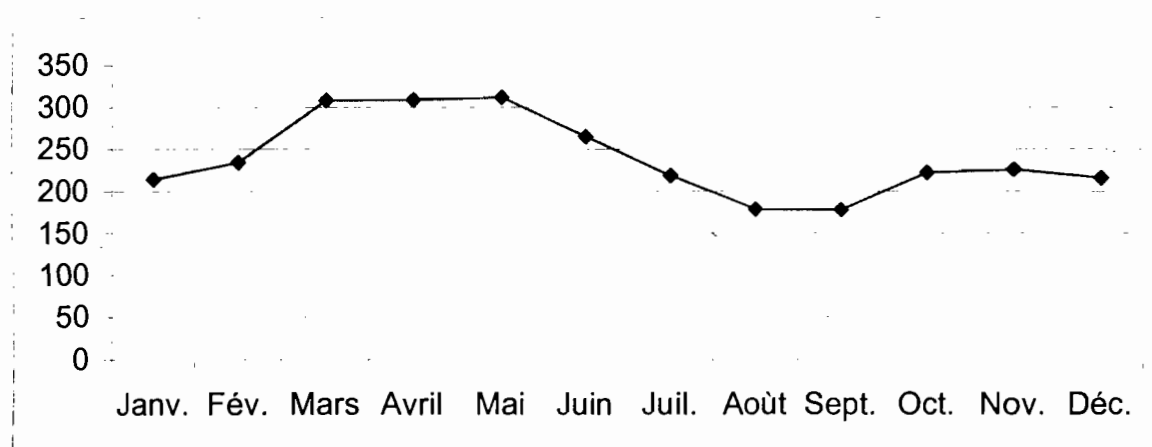
L'évaporation peut être définie comme le processus physique par lequel l'eau liquide recueillie dans le milieu (par précipitation) passe à la forme gazeuse sous formes de vapeur d'eau et se dissipe dans l'atmosphère .

Au Burkina Faso en général, et dans la province du Soum en particulier, on note d'importantes valeurs annuelles de l'évaporation qui dépassent partout le total pluviométrique annuel (**Guinko, 1984**).

Nous observons de très fortes valeurs de l'évaporation pendant la grande période chaude de février à juin, notamment en mars (308mm), avril (309mm) et mai (312mm) (bac A, station synoptique de Dori) (**figure I.4**). Ces valeurs chutent en août (179mm) et septembre (178mm) en raison du taux élevé de l'hygrométrie de l'air à cette époque.

L'évaporation annuelle est estimée à 2879mm (**BUNASOLS, 2002**).

**Figure I.4: Evolution de la moyenne mensuelle de l'évaporation à Dori, 1990 à 1997, bac A**



L'évapotranspiration réelle (ET<sub>r</sub>) correspond à la quantité d'eau puisée dans le sol et rejetée dans l'atmosphère par évaporation, phénomène physique, et par transpiration des plantes, phénomène physiologique. Elle est exprimée en mm d'eau par jour ou par mois. L'ET<sub>r</sub> peut être mesurée expérimentalement, mais on peut aussi l'estimer par une valeur théorique calculée que l'on appelle évapotranspiration potentielle (ET<sub>p</sub>). Cette valeur est obtenue grâce à la formule de Penman où interviennent de nombreuses mesures : rapport entre la lumière reçue par un couvert graminéen et celle qui est diffusée (albédo), rayonnement solaire, durée d'insolation, humidité de l'air, vitesse du vent, etc. (**Boudet, 1991**).

L'évapotranspiration est une des caractéristiques climatiques locales qui rentre en ligne de compte dans la détermination du bilan hydrique, et par conséquent dans celle de la durée de la période active des pâturages. Sa connaissance est donc essentielle du point de vue de la production primaire des pâturages pour une localité donnée.

Pour notre étude les données de l'évapotranspiration potentielle disponibles proviennent des stations de Dori, et elles ont été relevées sur une période de 40 ans (**tableau I.4, 1961-2000**). L'analyse de ces données permet de voir que les fortes valeurs sont observées pendant les mois de mars, avril et mai, soit respectivement 210, 200 et 201 mm. Le tableau I.4 ci-dessous présente les moyennes de l'ETp à la station synoptique de Dori.

**Tableau I.2 : Moyennes mensuelles de l'ETp à Dori de 1961 à 2000 (en mm)**

Localité	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Dori	178,7	188,5	210,4	199,7	201,3	176,7	153,1	140,6	153,3	180,8	174,8	169,8

*Source : Direction de la météorologie (2002).*

#### \* La période active de végétation

Pour vivre et se développer les plantes ont besoin d'une certaine disponibilité en eau. Mais à certains moments, l'activité des plantes est stoppée du fait du manque d'eau pendant la période sèche. Il devient alors important de déterminer ce temps d'arrêt de la végétation ou, à l'inverse, de préciser la durée de la période active de végétation. Cela se fait donc par calcul du bilan hydrique qui estime la quantité disponible au niveau des racines pour le couvert végétal. Ainsi, on définit la période active de végétation comme étant la période pendant laquelle la pluviosité mensuelle est supérieure à la moitié de l'évapotranspiration (ETp/2) (**Boudet, 1991**).

L'analyse du bilan hydrique (figure I.4) de Djibo montre que la période active de végétation ( $P > ETp/2$ ) s'installe à partir de la fin du mois de juin dans la troisième décennie, et se poursuit jusqu'à la deuxième décennie du mois de septembre. Par contre, la période humide pendant laquelle la pluviosité mensuelle est supérieure à l'ETp, s'installe plus tardivement au mois d'août.

#### I.1.2.2. La géologie et la géomorphologie

La géologie et la géomorphologie de la province sont bien connues grâce aux études du BUNASOLS (**2002**) qui s'appuient également sur les travaux du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (**1961**). L'histoire géologique du Soum à l'instar de celle de tout le pays est liée aux épisodes successifs de l'histoire géologique de l'Afrique de l'Ouest qui repose sur une vieille plate-forme ou bouclier dont les éléments constitutifs (granite et gneiss) se sont mis en place dès le début de l'histoire géologique (**Guinko, 1984**).

Selon le BUNASOLS (2002), la couverture géologique de la province serait composée par trois formations qui sont :

- les formations cristallines caractérisées par les granites syntectoniques, les granites post-tectoniques et les roches basiques post-birimiennes ;
- les formations birimiennes sont caractérisées par les roches d'origine paramétamorphique et orthométamorphique;
- les formations sédimentaires se composent des formations primaires, tertiaires et récentes occupent les plaines alluviales, les bas-fonds et les fonds des mares avec des alluvions de texture variable.

La forme dominante du paysage est plate avec cependant interruptions aux environ des formations birimiennes où émergent des buttes cuirassées et des collines rocheuses. La description des différentes formes du relief est faite en fonction de la lithologie.

#### I.1.2.3. Les sols

La distinction des sols peut se faire selon leurs origines géologiques. Ainsi quatre principales unités pédologiques peuvent être distinguées dans la province : les sols sur sable éoliens, les sols argileux ou sols bruns eutrophes, les sols profonds alluviaux, et enfin les sols à profondeurs moyenne et faible.

Les caractéristiques et la répartition de ces sols sont résumées dans le tableau ci-après

**Tableau I.3 : Caractéristiques et la répartition des sols dans la province du Soum**

Typologie	Caractéristiques	Superficies (km <sup>2</sup> )
Sols éoliens:profonds, sableux	Ee, H, F	789
Sols éoliens:profonds sableux en surface, argileux en profondeur	Eh, H, S	857
Sols éoliens:profonds, argilo-sableux en surface, argileux en profondeur	B, F, H, G	1475
Sols profonds argileux	H, G, F	13
Sols profonds alluviaux	D, H, T	214
Sols à profondeur moyenne et faible	Eh, P, B, F, H, G	3239

Source : DREP Sahel 2001 citée par le BERAD (2003)

B : battance surface                      F : fertilité faible                      D : drainage faible  
 H : régime hydrique déficitaire    Ee : érosion éolienne            T : texture argileuse lourde  
 Eh : érosion hydrique    S : structure solonetz            P : profondeur très faible  
 G : taux de gravillon élevé

#### I.1.2.4. Hydrographie

Selon **Guinko (1984)** dans un pays à saison sèche marquée où l'eau est considérée comme le premier facteur limitant pour la croissance des plantes, le réseau hydrographique constitue incontestablement un lieu privilégié pour le développement optimum de la végétation. Cela est en particulier plus plausible pour le Sahel où les gradients pluviométriques sont trop faibles.

La partie nord du Burkina-Faso de façon générale, et particulièrement la province du Soum à un réseau hydrographique dont la superficie est estimée à 83442Km<sup>2</sup> et, appartiendrait au bassin versant du fleuve Niger (**BUNASOLS, 2002**). Ce réseau est formé essentiellement par des écoulements superficiels qui se concentrent dans les talwegs et les zones de dépression. Les caractéristiques dominantes des cours d'eau sont des écoulements temporaires tributaires de la hauteur des averses et des crues rapides et violentes.

On dénombre plusieurs mares dont la majorité est temporaire. La province dispose également de quatre barrages : Djibo, Liki, Serguèssouma et Gaïk Goata.

Les potentialités en eau souterraine varient à l'intérieur de la province selon les localités. Ainsi les réserves en eau souterraine sont appréciables dans la partie nord de la province, notamment à Nassoumbou et à Koutougou mais elles sont faibles au sud (c'est le cas de Tongomayel). En outre, la capacité de recharge des nappes est en général faible et les possibilités d'exploitation sont mauvaises voire médiocres. Les niveaux moyens de la nappe vont de 11m (à Koutougou) à 27m (Diguel et Nassoumbou) (**BERAD, 2003**).

#### I.1.2.6. Végétation

Une steppe buissonnante, arbustive et arborée, le plus souvent, assez lâche, caractérise la végétation du domaine sahélien dans son ensemble. Mais, par endroit les ligneux peuvent se rassembler pour constituer des fourrés plus ou moins pénétrables.

La province du Soum appartient au secteur sud sahélien qui s'étend entre le 13<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> parallèle. Sa flore, formée essentiellement d'espèces sahariennes et sahéliennes, est enrichie par des éléments soudaniens. Le type physiognomique demeure toujours la steppe même si le 13<sup>ème</sup> parallèle marque sensiblement la limite nord d'extension des savanes (Fontès et Guinko, 1995).

Les espèces les plus communes de ce secteur sont : *Acacia laeta*, *A. nilotica* var. *adansonii*, *A. senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia salicifolia*, *Capparis tomentosa*, *Commiphora africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Grewia flavescens*, *G. vilosa*, *Pterocarpus lucens* pour les strates ligneuses et *Aristida hordeacea*, *Brachiaria xantholeuca*, *Caralluma dalzielii*, *Cenchrus biflorus*, *Chloris lamproparia*, *C. prieurii*, *Eragrostis elegantissima* pour la strate herbacée (Fontès et Guinko, 1995).

Les espèces soudaniennes suivantes très ubiquistes, sont bien représentées dans ce secteur : *Acacia macrostachya*, *Combretum glutinosum*, *C. micranthum*, *C. nigricans* var. *elliottii*. Elles entrent notamment dans la formation des fourrés ou « brousses tigrées » associées à *Pterocarpus lucens* et *Dalbergia melanoxylon* (Fontès et Guinko, 1995).

Les principales formations végétales que l'on rencontre sont :

- la steppe arborée et arbustive;
- la steppe herbeuse constituée par un tapis herbeux saisonnier plus ou moins discontinu et parsemé de zones nues ;
- les fourrés tigrés constitués de touffes d'arbustes ou d'arbrisseaux enchevêtrés ;
- les formations ripicoles avec des arbres de tailles relativement hautes.

A ces formations il faut ajouter les zones cultivées (champs et jachères) qui sont des formations artificielles constitués en général de parcs à *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca* et *Sclerocaria birrea*.

### I.1.3. Le milieu humain

#### I.1.3.1. Population

La population de la province est estimée à 306 945 habitants en 2003 avec 50.5% de femmes. Cette estimation est basée sur les données du recensement général de la population de 1996. La densité de cette population qui était de 20 habitants/km<sup>2</sup> en 1996, est estimée à



23,5 habitants/km<sup>2</sup> en 2003. Il faut noter que c'est une population ayant une inégale répartition au sein de la province. Ainsi, les fortes densités (fig.I.8) de peuplement se rencontrent dans quatre départements : Djibo, Pobé-Mengao, Arbinda, et Baraboulé avec respectivement 68,6 hbts/km<sup>2</sup>, 37,4 hbts/km<sup>2</sup>, 33,01 hbts/km<sup>2</sup> et 28,8 hbts/km<sup>2</sup>. Les faibles densités se retrouvent dans deux départements à savoir Koutougou et Nassoumbou qui ont respectivement 10,8 et 8,8 hbts/km<sup>2</sup>.

Le tableau I.5 donne la répartition de la population par département. Le département de Tongomayel, malgré une densité de peuplement moyenne, abrite le second plus gros effectif de population de la province après le département d'Arbinda qui a brite à lui seul plus du quart de la population de la province.

**Tableau I.4 : Effectifs de la population par département en 2003**

Départements	hommes	femmes	Total
Arbinda	40719	42345	83064
Baraboulé	13250	14218	27468
Diguel	4386	4209	8595
Djibo	26493	25977	52470
Kelbo	9855	10455	20310
Koutougou	8346	7999	16345
Nassoumbou	9474	9233	18707
Pobé-Mengao	10173	10957	21130
Tongomayel	29145	29711	58856
<b>Total</b>	<b>151841</b>	<b>155104</b>	<b>306945</b>

*Source: Population actualisée en 2003 par le BERAD sur la base des données du recensement général de la population et de l'habitation de décembre 1996.*

### I.1.3.2. Ethnies et religions

Plusieurs ethnies cohabitent dans la province du Soum. L'ethnie majoritaire est celle des peuls. Les autres ethnies sont par ordre d'importance les Mossi, les Fulsé, les Rimaïbé, et les Bella. On note aussi la présence de quelques Sonraï particulièrement dans les

départements de Arbinda, Nassoumbou et Tongomayel, puis de dogons dans le département de Diguel où ils constituent de façon exceptionnelle la majorité ethnique.

La première religion est l'islam qui est pratiquée dans toute la province. Il est suivi par ordre d'importance du Catholicisme, de l'Animisme et du Protestantisme. Dans le département de Tongomayel, les autres religions sont quasiment inexistantes.

### I.1.3.3. Activités socio-économiques

Les activités socio-économiques sont représentées essentiellement par les productions agricoles et productions animales. Parmi ces deux principales activités, l'agriculture est celle qui mobilise la plus grande partie de la population active, donc la première activité numérique, tandis que l'élevage est la première activité du point de vue rentabilité économique. Plusieurs autres activités secondaires ayant une importance relative, se greffent aux deux principales activités ; on peut souligner l'artisanat et le commerce (BERAD, 2003).

#### **\* L'activité d'agriculture**

Faisant partie du domaine climatique sahélien, la province du Soum a une agriculture fortement tributaire des aléas climatiques. Compte tenu des conditions climatiques difficiles et compte tenu de la dégradation continue du milieu, notamment des sols, qui a d'ailleurs été mis en évidence par une étude du BUNASOLS, l'agriculture dans la province demeure de façon générale une activité dérisoire.

En effet, les rendements agricoles au sein de la province sont très faibles et correspondent aux plus bas du pays. La production agricole arrive rarement à couvrir les besoins alimentaires des populations qui restent dépendantes des zones à production excédentaire et de l'aide alimentaire.

Les principales spéculations produites sont le mil et le sorgho pour les productions céréalières constituant ainsi la base de l'alimentation des populations. Comme autres céréales produites on a le maïs et le riz qui sont produites à très petite échelle.

Les cultures de rentes sont essentiellement l'arachide et le niébé auxquelles on peut ajouter les sésames et le vouandzou (BERAD, 2003).

#### **\* L'activité de production animale**

Du point de vue de la rentabilité économiques et de la sécurité des moyens d'existences, elle constitue la première activité au niveau provinciale. On estime à environ 5,2% et 22,4% les fractions de la population pour lesquelles l'élevage représente la principale activité, respectivement pendant les saisons pluvieuse et sèche. Ces chiffres vont bien au delà des moyennes nationales qui sont de 4,9 et 14,3% (ENSA citée par le BERAD, 2003). Cela traduit l'importance de l'élevage dans la vie des populations de la province.

Les animaux d'élevage sont les bovins (174402), les ovins (267503), les caprins (534315), les asins (15010), les équins (641), les camelins (2954), les porcins (2771) et les volailles (415159). La répartition de ces têtes d'animaux par habitant est la suivante : 0,6 bovin, 0,9 ovin, 1,85 caprins, 0,05 asin, 0,01 camelin, 0,01 porcine et 1,43 volailles (BERAD, 2003).

Les races animales rencontrées principalement sont le zébu peul, le zébu Maures, le zébu Mbororo et le zébu Azawak pour les bovins ; le mouton bali-bali pour les ovins, et pour les caprins la chèvre du Sahel.

Le tableau I.9 donne un aperçu sur les paramètres zootechniques des ruminants dans la province. La prédominance de femelles dans le troupeau indique que la tendance des éleveurs est l'augmentation de la taille de leurs troupeaux ; ce qui donne pour l'ensemble de la province un élevage de type naisseur (MRA, 1997).

**Tableau I.5 : Quelques paramètres zootechniques des troupeaux dans la province du Soum**

Paramètres	Bovins	Ovins	Caprins
% femelles	60-75	70-80	70-80
Age 1ère mise bas	4.5-6.5 ans	18 à 22 mois	17mois environ
Intervalle entre mise bas	13 à 17mois	8 à 10 mois	9 à 11mois
Taux de fertilité (%)	50-70	85-100	80-90
Taux de fécondité (%)	50-60	80-105	70-90
Taux de prolificité (%)	100	100-115	110-120
Taux d'exploitation (%)	≤ 5	≤ 25	≤ 25
Taux de mortalité (%)	≤ 6	≤ 15	≤ 15

*Source : Enquête BERAD janvier-février 2003.*

Dans le cadre des nouvelles orientations politiques de développement du secteur élevage au Burkina Faso, l'activité d'élevage au sein de la province bénéficie du soutien de

beaucoup d'intervenants. Ce sont notamment l'assistance des services techniques gouvernementaux, les actions des ONG, bureaux d'étude et projets de développement, surtout le Projet de Développement de l'élevage dans la province du Soum (PDES). On note grâce à l'appui de ces différents acteurs la réalisation d'infrastructures d'élevage dont les points d'eau, les magasins de stockage des sous-produits agro-industriels (SPAI) et de produits vétérinaires, des parcs de vaccination et le marché à bétail de Djibo.

#### **\* Artisanat**

Il est le fait essentiellement des femmes. C'est la troisième activité sur le plan numérique, juste après l'élevage. Cependant, sa place varie d'un groupe ethnique à l'autre. Par exemple l'artisanat n'est qu'une activité secondaire et de contre saison chez certaines femmes mossi et fulsé. Il n'en est pas de même chez les femmes peul, rimaïbé ou bellah.

L'artisanat utilitaire et d'art se rencontre en général dans tous les villages et particulièrement dans le village de Tongomayel où les femmes peuls confectionnent des nattes en pailles, des vans et des savons traditionnels, les femmes rimaïbés font des seccos, de la poterie, des savons traditionnels et des nattes en tiges de mil ou en paille. La transmission du savoir faire est familiale, ce qui freine la grande extension de cette activité à toute la population.

#### **\* Le commerce**

L'activité de commerce se résume pour l'essentiel à la vente des produits de l'agriculture, de l'élevage, et de l'artisanat. Mais on rencontre également d'autres types d'échanges commerciaux portant sur les produits manufacturés venant de l'extérieur ou des autres provinces du pays. Les échanges se font sur des marchés locaux qui se tiennent hebdomadairement pour la plupart. Ces marchés reçoivent aussi bien les femmes que les hommes. La vente des animaux occupe une place importante sur le marché avec notamment des marchés bien structurés tel que le marché à bétail de Djibo construit par le PDES.

## **I.2. Systèmes d'exploitation des ressources naturelles**

### **I.2.1. Systèmes de cultures**

Dans la partie nord du pays en général, et dans la province du Soum en particulier, les attentions se focalisent le plus souvent sur les potentialités pastorales, mais il est utile

cependant de stigmatiser la place capitale de l'agriculture vivrière d'autosubsistance dans cette même zone (principalement le mil et le sorgho) ( **Toutain, 1994** ).

Les producteurs sont soit des agriculteurs de souche (descendants d'anciens agriculteurs) soit des éleveurs reconvertis ou des agropasteurs. Les systèmes de culture sont de type extensif. On distingue en général deux types de champs :

- des champs situés aux alentours du village ou des campements de berger. Ces champs sont protégés du bétail par des haies faites de branches d'épineux. Cette pratique conduit donc à déforestation et à la dégradation des abords des zones cultivées (**Toutain, 1994**).

- des champs relativement éloignés des habitations. Les producteurs déménagent temporairement dans leurs champs jusqu'à la fin des récoltes avant de revenir au village. Ces types de champs sont un peu comme l'équivalent des champs de brousse (**Guinko, 1984**) que l'on rencontre en zone soudanienne.

Ces champs portent sur des cultures de grande extension, essentiellement le mil, cultivé sur les sols sableux pauvres en éléments nutritifs, et le sorgho, cultivé sur des sols argileux ayant une capacité plus grande de rétention en eau (**BUNASOLS, 2002**).

### **I.2.2. Systèmes d'élevage**

Il existent une diversité de système d'élevage dans le monde et chaque système est le reflet d'un contexte particulier auquel il s'est adapté (**Lhoste et al., 1993**).

Au Sahel, on rencontre principalement trois formes d'élevage : l'élevage nomade qui a pratiquement disparu, l'élevage transhumant et l'élevage sédentaire. Cependant, il existe plusieurs formes de mélange de ces trois principales formes aussi bien que divers degrés de développement de l'élevage traditionnel vers l'élevage moderne (**Penning De Vries et Djitèye, 1991**).

Dans la province du Soum, on distingue trois principaux modes d'élevage des ruminants : l'élevage pastoral transhumant, l'élevage agro-pastoral traditionnel, et l'élevage dit semi-intensif ou amélioré (**BERAD, 2003**).

#### **\*Elevage pastoral transhumant**

Ce type d'élevage est le fait des éleveurs peuls et assimilés (Rimaïbé, Bellah) qui ont déjà un passé de pasteur. Il occupe environ 5 à 10% de la population active de la province.

Sa caractéristique fondamentale est la mobilité saisonnière du bétail selon la disponibilité du fourrage et de l'eau avec toujours un retour vers les zones de départ. IL est important de souligner que les itinéraires des troupeaux peuvent varier d'une année à l'autre suivant la saison et la pluviométrie. Au cours d'une année à pluviosité moyenne, quatre périodes se distinguent :

- la période hivernale (juin-septembre) : les animaux sont sur le terroir villageois ou inter villageois avec souvent des déplacements de faibles amplitudes vers le nord pour éviter les dégâts dans les champs ou à la recherche de cures salées ;
- la période post-hivernale (octobre - novembre) : en ce moment, les animaux effectuent une petite descente vers le sud dans les zones agricoles pour profiter de la disponibilité des résidus de récolte dans les champs ;
- la période sèche froide (décembre - février) : on note les départs pour la grande transhumance vers le plateau central ou même au delà ;
- enfin, la période sèche chaude (mars - mai) : elle est très difficile pour le bétail et, est marquée par des pénuries d'eau et de fourrage naturel ; les animaux effectuent leur retour progressif en mai avant l'implantation des cultures.

#### **\* Elevage agro-pastoral traditionnel**

Il est pratiqué dans tous les villages de la province. Ce type d'élevage se caractérise par la cohabitation de l'élevage et de l'agriculture. Les troupeaux sont en général de petites tailles et leurs mouvements sont d'amplitudes nettement inférieures à celles des transhumants. On estime que 70-80% des chefs de ménage sont des agropasteurs traditionnels .

#### **\* Elevage amélioré ou semi-intensif**

Ce type d'élevage est essentiellement représenté par l'embouche ovine et bovine. Selon le **BERAD (2003)**, cet élevage est pratiqué dans 33,3% à 100% des villages de la province. Il est le fait aussi bien des hommes que des femmes qui entourent les animaux de soins spécifiques (rationnement, soins vétérinaires). Toutes les ethnies et toutes les couches sociales pratiquent cet élevage. Les femmes représentent 33 à 62% des éleveurs semi-intensifs, ce qui leur permet d'améliorer leur statut économique. Cet éleveurs conduit au moins cinq têtes de petits ruminants ou un bovin en embouche.

### **I.2.3. Autres systèmes d'exploitation des ressources naturelles**

Il existe dans la province, en dehors de l'agriculture et de l'élevage, d'autres types d'activités s'appuyant sur les potentialités naturelles. On peut retenir l'orpaillage, la pêche et la cueillette.

#### **\* L'orpaillage**

C'est une activité secondaire qui est essentiellement menée par les jeunes et les femmes. Selon le **BUNASOLS (2002)**, l'extraction de l'or du sous-sol est pratiquée dans les zones d'affleurement des roches birimiennes notamment dans la partie centrale, le centre-nord et le sud de la province. Les techniques d'extraction utilisées sont archaïques et constituent dans une certaine mesure une menace pour l'environnement.

#### **\* La pêche**

Elle est pratiquée essentiellement pendant l'hivernage au niveau des retenues d'eau temporaires et utilise de vieilles techniques.

La production de pêche est en net recul ces dernières années à cause de la baisse du régime pluviométrique. Cependant, la pêche constitue une activité qui peut être source de revenus non négligeable (**BERAD, 2003**).

#### **\* La cueillette**

Cette activité est dans la majeure partie du temps spécifique aux femmes. C'est un complément non négligeable à la production agricole et également une source de revenus. Les principaux produits de cueillette au niveau provincial sont le tamarin, le fonio sauvage, le bulbe de nénuphar, la gomme arabique, les feuilles et fruits de baobab, et les feuilles de *Pterocarpus lucens* Lepr. Ex Guill. Et Perrott.

## **I.2. Les pâturages sahéliens**

### **I.2.1. Définition**

Les pâturages sahéliens, qui ont fait l'objet de nombreuses études, présentent une très grande hétérogénéité suivant les déterminants écologiques liés au gradient pluviométrique, à

la topographie et à la nature du sol (Boudet,1991 ; De Vries et Djitèye 1991 ; Breman et De Ridder 1991 ; Zoungrana, 1991 ;Toutain, 1976). Ces différentes variables climatiques et édaphiques permettent d'établir une typologie des pâturages dans la mesure où elles définissent des conditions écologiques spécifiques correspondant à des groupements végétaux spécifiques.

Dans le Sahel burkinabé, Zoungrana (1991) a établi une typologie des pâturages sur des fondements qui tiennent compte des contraintes édapho-climatiques. Ainsi, il distingue huit types :

- les pâturages des dunes (sols bien drainés) sont constitués de steppes herbueses à *Balanites aegyptiaca* , *Acacia senegal* , *A. raddiana* , *Combretum glutinosum* et *Leptadenia pyrotechnica* pour la strate ligneuse ; *Cenchrus biflorus*, *Cenchrus prieurii* et *Zornia glochydiata* pour la strate herbacée ;
- les pâturages des glacis sablo-limoneux à drainage sableux plus ou moins drainés, interdunaires sont formés par des steppes arbustives à *Acacia senegal*, *A. raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum glutinosum*, *C. aculeatum*, *Calotropis procera*, *Cadaba farinosa* et *Guiera senegalensis* pour les espèces ligneuses ; *Aristida mutabilis*, *Eragrostis tremula*, *Aristida sieberiana*, *Limeum viscosum*, *Aristida funiculata*, *Aristida stipoides* et *Aristida adscensionis* pour la strate herbacée ;
- les pâturages des glacis argilo-limoneux compacts (sols mal drainés) sont formés par les steppes arbustives très claires avec une représentation ligneuse constituée par *Acacia senegal*, *A. raddiana*, *Balanites aegyptiaca* et *A. erhenbergiana*, puis par *Schoenefeldia gracilis*, *Indigofera aspera*, *Mollugo nudicaulis*, et *Boerhavia erecta* pour les herbacées ;
- les pâturages des bordures exondées des mares sahéliennes à sol argilo-limoneux, temporairement mouillables, constitués de steppes arbustives à *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *A. raddiana*, *Combretum aculeatum* et *Bauhinia rufescens* pour la strate ligneuse ; *Chloris prieurii* et *Dactyloctenium aegyptium* pour la strate herbacée;
- les pâturages de terrasses basses alluviales sur sols argilo-limoneux à argileux, hydromorphes, formés de steppes arborées denses à *Acacia seyal*, *A. senegal* et *Balanites aegyptiaca* pour les espèces ligneuses ; *Eragrostis pilosa*, *Panicum laetum* et *Schoenefeldia gracilis* pour la strate herbacée ;



- les pâturages des cuvettes marécageuses et des mares sahéennes, à inondation prolongée : ce sont les prairies aquatiques représentées par une ceinture à *Panicum laetum* ou à *Echinochloa colona* et *Scirpus jacobii* ou à *Oryza longitaminata* ou à *Echinochloa stagnina* et *Nymphaea micrantha* ;
- la ``brousse tigrée `` ou fourré sahéien plus ou moins dégradée sur sols argilo-limoneux ou limoneux sableux (plus ou moins drainés) est utilisée le plus souvent par les chèvres, et est formée principalement de *Pterocarpus lucens* et *Dalbergia melanoxylon* ;
- enfin, les pâturages des affleurement ferrugineux ou rocheux et des sols squelettiques rocheux, représentés par des steppes arbustives très dégradées à *Combretum micranthum* et *Acacia senegal* pour la strate ligneuse ; *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida funiculata* et *Aristida adscensionis* pour la strate herbacée.

Les différents types de pâturages définis ci-dessus sont dans l'ensemble des steppes qui sont les types physiologiques de végétation essentiellement rattachés au domaine sahéien. Par définition elles se caractérisent par un tapis graminéen à base d'espèces annuelles surmonté d'une strate ligneuse arbustive à arborée, peu dense (**Fontès et Guinko, 1995**).

## 1.2.2. Caractéristiques

### 1.2.2.1. Productivité

Selon **Daget et Godron (1995)**, la productivité est la quantité de matière produite rapportée à la quantité d'un ou de plusieurs facteurs de production. Mais elle est souvent employée dans le même sens que la production primaire (**Ouédraogo, 1998**) qui, elle, mesure la biomasse végétale produite en un temps donné. C'est la production de matière vivante par unité de temps et par unité de surface (**Dajoz, 1985 in Ouédraogo, 1998**).

La productivité des pâturages sahéiens est très variable non seulement à cause de l'hétérogénéité des milieux, mais également, et surtout, à cause de la variabilité interannuelle de la pluviosité (**Boudet, 1984** , **Grouzis, 1988** ; **Penning De Vrie et Djitéye, 1991** ; **Zoungrana, 1991, Ouédraogo, 1998**).

La détermination de la productivité des herbages sahéiens nécessite des mesures extensives et fréquentes de la phytomasse. Pour ce faire, on utilise le plus souvent la

technique de mesure directe de la biomasse en fauchant des placeaux de 1m<sup>2</sup> sur les pâturages. Ainsi, la productivité est en général exprimée en gramme de matière sèche par mètre carré par jour ( g. ms/m<sup>2</sup>/j).

#### I.2.2.2. Biomasse maximale

Pour certains auteurs le terme « biomasse » représente strictement la matière vivante ; pour d'autre on peut y ajouter la nécromant au sol (Cornet, 1981). La biomasse désigne la masse végétale vivante ou morte sur pied (Daget et Godron, 1995). Ce terme est le plus souvent assimilé à celui de phytomasse ou masse végétale qui s'applique au total de la matière vivante et morte des végétaux.

La biomasse maximale désigne le stock de matière à la maturation de la communauté. C'est la production optimale observée. Sa valeur est utilisée à une certaine approximation près pour désigner la production annuelle des végétaux (Grouzis, 1988).

#### I.2.2.3. Capacité de charge

L'évaluation de la biomasse maximale est aussi une donnée qui permet de préciser les charges de bétail admissibles sur les pâturages. La capacité de charge est un paramètre caractéristique très important dans l'évaluation des pâturages. Mais, le concept de capacité de charge, utilisé dans la gestion des pâturages, suscite un grand nombre de confusions (Boudet, 1984). Notion rattachée au processus de développement d'une population animale qui évoluerait dans un milieu dont les ressources sont limitées, elle est, sans doute, l'indicateur clé le plus utilisé tant par les pastoralismes que par les développeurs. En effet, ce concept a été largement employé pour diagnostiquer, évaluer, prévoir, ou aménager les ressources pastorales dans les zones arides (Carrière, 1995).

La capacité de charge indique le nombre d'animaux qui peuvent être alimentés sur une unité de surface, de telle sorte que la production par animal atteigne un niveau déterminé tout en préservant la capacité de production des pâturages (Bremen et De Ridder, 1991).

Carrière (1995) la définit comme étant le nombre d'animaux qu'il est possible d'entretenir sur un pâturage (une région) donné. Il la calcule par la formule suivante :

$$CC = DF / Ba$$

Avec : CC : capacité de charge ;

**DF** : disponible fourrager ;

**Ba** : besoins alimentaires d'un animal.

Selon **Boudet (1991)**, la capacité de charge est la quantité de bétail que peut supporter un pâturage sans se dégrader, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voire prendre du poids ou produire du lait pendant son séjour sur le pâturage. Elle est exprimée en UBT/ha et est obtenue par la relation suivante :

$$CC = \frac{\text{Production (kg MS / ha) x K (\%)}}{6.25 \text{ (kg MS / UBT / jour) x période d'utilisation}$$

Avec : **K (%)** : coefficient d'utilisation (=1/3) ;

**MS** : Matière Sèche ;

**UBT** : Unité Bovin Tropical ;

Période d'utilisation = 365 jours ou saison sèche ou humide.

Dans la pratique on distingue :

- la charge animale théorique (**CAT**) des pâturages traduisant la quantité théorique de fourrage disponible. Elle se calcule en multipliant les valeurs des capacités de charge par leurs superficies respectives (**Ouédraogo, 1997**) ;
- la charge animale réelle (**CAR**) exprimant la quantité d'animaux qui séjournent sur les pâturages. Sa détermination nécessite le décompte de tous les herbivores séjournant effectivement sur les pâturages.

Dans le Sahel burkinabé, **Zoungrana (1991)** a obtenu des valeurs de la biomasse maximale des herbages allant de 1,05 à 4,34 t MS/ha. Ces valeurs correspondent à des capacités de charges allant de 0,18 à 10,04 UBT/ha par période d'utilisation qui peut être toute l'année ou la saison sèche ou humide.

#### I.2.2.4. Qualité des pâturages

Les pâturages doivent répondre à la fois aux besoins de quantité et de qualité en ce qui concerne les fourrages mis à la disposition des animaux. La notion de qualité des pâturages peut être abordée en termes de valeur pastorale et/ou de valeur bromatologique.

#### \* Valeur pastorale

Les animaux font une sélection dans leurs choix alimentaires vis-à-vis du fourrage mis à leur disposition. Selon **Boudet (1991)**, à défaut des plantes les plus appréciées, consommables en priorité, les animaux consommeront des espèces de moindre appétence et, dans un pâturage pauvre, des plantes pourraient y être recherchées alors qu'elles seront délaissées dans un pâturage riche. Ces constatations ont donc été à l'origine de l'introduction de la notion de valeur pastorale. Cette notion prend en compte la composition floristique, la contribution spécifique et la qualité des espèces individuelles (**Zoungrana, 1991**). C'est une valeur subjective du fait de la variation saisonnière de ses paramètres et surtout de la subjectivité que recouvre la notion d'indice de qualité (**Grouzis, 1980**).

La valeur pastorale est un indice global qui permet de juger de la qualité des pâturages. Elle est calculée selon la formule consacrée (**Daget et Poissonnet, 1971**) :

$$VP (\%) = 0.2 \sum (CS_i \times I_s) \text{ où}$$

$CS_i$  est la contribution spécifique (ou fréquence relative) des espèces et,

$I_s$  : les indices spécifiques de qualité des espèces notées sur 5, d'où la constante 0,2.

**Zoungrana (1991)** a trouvé, pour les pâturages sahéliens du Burkina Faso des valeurs pastorales allant de 25.98 à 62.95%. **Doukrom (2000)** a obtenu en bordure soudano-sahélienne du Burkina des valeurs pastorales allant de 39.76 à 78.93%. Mais **Daget et Godron (1995)** l'estiment à environ 60% pour ce même type de région.

#### \* Valeur bromatologique

La valeur bromatologique ou composition chimique est un paramètre très important dans l'appréciation de la qualité d'un pâturage. Pour **Boudet (1991)**, sa connaissance est importante, car elle permet de prévoir l'utilisation qui pourra être faite par un troupeau et surtout comment les animaux tireront partie du fourrage consommé et qu'elle sera la production. D'après **Breman et De Ridder (1991)**, la connaissance de la valeur bromatologique permet le calcul de la capacité de charge réelle en tenant compte des besoins nutritionnels des animaux en terme d'énergie et de matière azotée.

Au Burkina Faso, certaines études ont été conduites sur la valeur nutritive des fourrages et des résidus de récoltes (**Zoungrana, 1991 ; Kaboré/Zoungrana, 1995 ; Sawadogo, 1996 ; Doulkom, 2000 ; ...**). Les résultats montrent que la valeur bromatologique des fourrages évolue en fonction du stade phénologique. Les graminées annuelles présentent une valeur nutritive (énergie et matière) plus élevée que les pérennes au même stade de développement (**Kaboré/Zoungrana, 1995**).

### **I.3. Méthodes d'évaluation des pâturages**

#### **I.3.1. Identification et description des types de pâturages**

Les premières grandes études agrostologiques (dans les années 60) réalisées en Afrique tropicale ont permis l'édition de cartes de pâturages à petite ou moyenne échelle (1/500000 à 1/200000) (**Ickowicz , 1995**). On avait utilisé lors de ces travaux pour l'inventaire des pâturages, des méthodes qui avaient été largement inspirées de l'école française. Mais au vu des progrès technologiques enregistrés au fil des temps, ces méthodes ont considérablement évolué et ont été bien adaptées aux études des pâturages tropicaux.

##### **I.3.1.1. Cartographie des pâturages**

De façon classique, les cartes de pâturage sont réalisées à partir de documents de télédétection, photographies aériennes ou images satellitaires. Ainsi, on obtient des cartes de pâturage plus précises que celles fondées seulement sur des enquêtes de terrain grâce à la génération des observations de terrain par les méthodes de photo-interprétation.

Des critères morphopédologiques et floristiques permettent de cartographier les limites des différentes unités de pâturage. Ces limites sont stables dans le temps bien que des fusions (ou scissions) puissent se produire après disparition (ou apparition) d'espèces végétales caractéristiques (**Ickowicz , 1995**).

L'étape de cartographie constitue le plus souvent un préalable à l'analyse physionomique des pâturages.

##### **I.3.1.2. Echantillonnage**

La végétation naturelle de manière générale, et en particulier celle des pâturages et parcours, est de nature hétérogène, ce qui signifie que la production de biomasse ne sera pas

la même en plusieurs endroits du parcours (**Daget et Godron, 1995**). Il en sera de même pour les groupements floristiques. De ce fait, il convient pour évaluer par exemple la production moyenne des pâturages et des parcours, de procéder en premier ressort à une synthèse physionomique, par photo-interprétation (**Nilson cité par Kent et Coker, 1992**) ou par cartographie sur le terrain (**Daget et Godron, 1995**). On effectue alors une division du territoire en ``strates d'échantillonnage'', isophènes dans le premier cas, unités physionomiques dans le second. Par la suite on localise dans chacune de ces strates plusieurs échantillons dont les emplacements sont déterminés par un tirage au hasard de leurs coordonnées. On suppose ainsi que chaque type de pâturage identifié constitue un milieu homogène pouvant faire l'objet de relevés de terrain.

### I.3.1.3. Les relevés de terrain

``Le relevé est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé'' (**Boudet, 1984**).

Les relevés de terrain sont faits sur une station écologique, ``surface où les conditions écologiques sont homogènes et caractérisée par une végétation uniforme`` dans sa structure et sa floristique (**Duchaufour cité par Grouzis, 1988**). On choisit pour la réalisation du relevé une surface échantillon de la station dont les dimensions correspondent à l'aire optimale d'échantillonnage de la végétation (**Daget et Godron, 1982**) c'est à dire celle au delà de laquelle les nouvelles espèces végétales rencontrées deviennent rares. Cette surface a été estimée entre 900 à 2500 m<sup>2</sup> pour les pâturages tropicaux de savane et de steppe (**Boudet, 1984**).

Plusieurs relevés peuvent être réalisés sur une surface d'échantillonnage pour tenir compte de la structure en mosaïque qui est très fréquente dans ce type de milieu. Mais il convient de signaler, comme le notent **Daget et Godron (1995)**, qu'une mosaïque faite de micro hétérogénéité peut constituer une station si elle est répétitive.

Selon l'échelle et les objectifs de l'étude, deux méthodes de base ont été employées pour l'étude des pâturages africains (**Boudet, 1984**) : le relevé phytosociologique et les points quadrats alignés.

#### \* Le relevé phytosociologique

Le relevé phytosociologique consiste à noter les caractéristiques floristiques et écologiques de la station. Ce qui permet l'établissement d'une liste floristique exhaustive où

chaque espèce herbacée ou ligneuse, se verra attribuer une cote d'abondance - dominance (+ ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ou 5), selon son abondance et son recouvrement. Certaines caractéristiques écologiques (pédologiques, géomorphologiques, ...) de la station sont aussi notées (Ickowicz , 1995). Cette méthode permet de couvrir de vastes superficies par échantillonnage avec une précision suffisante de l'information recueillie.

\* Les points quadrats alignés

La méthode des points quadrats alignés (Daget et Poissonnet, 1971) consiste à compter le nombre de présence de chaque espèce végétale herbacée à la verticale de points espacés régulièrement (20 cm en général pour la zone sahélienne) le long d'un double-décamètre tendu au dessus du toit du tapis herbacé. La ligne de visée peut être matérialisée par une tige effilée permettant ainsi de dénombrer les contacts plante-tige.

Un nombre de 250 à 400 points est nécessaire pour obtenir une précision d'échantillonnage d'environ 5p.100, mais la précision est variable d'un type de pâturage à l'autre en fonction de l'hétérogénéité du tapis herbacé (Ickowicz, 1995). Pour obtenir une précision voulue, on peut déterminer le nombre de lignes nécessaires in situ en calculant l'intervalle de confiance (IC) pour la fréquence de l'espèce dominante (Boudet, 1984) :

$$IC = p \pm t \sqrt{p(1-p)/N} \quad \text{où :}$$

**P** est la fréquence de l'espèce dominante sur l'ensemble des présences ;

**N** est le nombre total de contacts ;

**t** est le t de Student pour le risque alpha et l'effectif N.

La méthode des points quadrats permet le calcul de :

- la fréquence spécifique qui est le nombre de présences enregistrées au cours du relevé ;
- la fréquence centésimale qui est le nombre de présences sur 100 points d'observation. Elle représente le recouvrement lorsque le nombre de points est élevé (Godron 1968 cité par Grouzis, 1988) ;
- la contribution spécifique qui est le nombre de présences divisé par le nombre total de présences cumulées sur toutes les espèces. Elle peut être considérée approximativement comme une expression relative de la biomasse (Poissonnet et Poissonnet 1969 cité par Grouzis, 1988).

La technique des points quadrats alignés est une méthode précise et simple à standardiser sur le terrain ; cependant, elle exige un travail important.

La méthode des points quadrats alignés a été surtout utilisée pour la strate herbacée de la végétation qui est souvent la étudiée dans les détails (**Boudet, 1984 ; Grouzis, 1988**).

Elle se révèle insuffisamment représentative sur le plan de l'échantillonnage et nécessite la mise au point de méthodes spécifiques, lorsqu'il s'agit d'étude détaillée de la strate ligneuse de la végétation, peu dense en zone sahélienne.

#### I.3.1.4. Les méthodes d'étude des peuplements ligneux

Quatre techniques sont généralement utilisées pour les études du peuplement ligneux :

\* **Le comptage total** qui n'est réalisable dans la pratique que sur des parcelles de taille réduite (inférieur à 1ha) ou dont la population ligneuse est peu dense (**Rippstein 1986 in Ickowicz 1995**).

\* **Le comptage total sur un échantillon de la zone étudiée** : Les parcelles échantillons peuvent être carrées (quadrats) parfois adjacents, des bandes ou transects (**Touré et Gillet, 1987**) ou des parcelles circulaires de 1ha (**Ickowicz, 1995**). La difficulté de ces méthodes est le problème du choix des échantillons dans des pâturages hétérogènes et du comptage lorsque la densité ligneuse devient élevée (plus de 300 individus/ha). Selon **Hobson et Hardy (1993)** cités par **Ickowicz (1995)**, l'échantillonnage doit couvrir 30p.100 de la zone étudiée pour obtenir une précision de 10p.100, ce qui rend la méthode peu adaptée aux grandes superficies.

\* **La ligne d'interception** (**Walker, 1970 cité par Ickowicz, 1995**) permet d'estimer le recouvrement des espèces herbacées ou ligneuses en calculant sur une ligne, tendue au ras du sol, le rapport entre la longueur d'interception des couronnes et la longueur totale. C'est une méthode qui ne permet pas d'obtenir la densité de ligneux. En zone sahélienne, la réalisation d'échantillon représentatif nécessite des lignes d'importantes dimensions.

\* **Les méthodes des quadrats centrés sur points (QCP) ou du plus proche individu (PPI)** (**Walker, 1970 , Gaston et Boerwinkel, 1982 cités par Ickowicz, 1995 ; Touré et Gillet, 1987**) : elles consistent, à partir de 20 points espacés régulièrement le long de deux axes disposés perpendiculairement au centre du site, à inventorier les ligneux les plus



proches de chaque point (quatre ligneux dans les quatre cadrans pour QCP soit 80 individus ou le plus proche pour PPI soit 20 individus) et mesurer leur distance à ce point.

Ces dernières méthodes ont l'avantage d'une mise au point simple (deux personnes) et d'échantillonner l'ensemble du site de façon systématique. Mais, la distance individus surface occupée n'étant pas linéaire, une sous-estimation des densités est habituellement observée (**Walker, 1970 cité par Ickowicz, 1995**). La PPI est considérée comme la plus précise (**Ickowicz, 1995**).

#### I.3.1.5. Analyse des données

Les relevés sont très souvent traités à l'aide de méthodes multifactorielles (Analyse Factorielle des Correspondances - AFC, Analyse en Composantes Principales - ACP) où les espèces et les caractères écologiques sont les variables (colonnes), les relevés étant les individus (lignes) (**Lacoste et Roux, 1971 cité par Ickowicz, 1995 ; Boudet, 1984 ; Grouzis, 1988**). Les traitements sont réalisés sur des tableaux en abondance-dominance, en présence-absence, ou en effectif. L'objectif est de définir des groupements végétaux qui serviront de base à la typologie des parcours (**Ickowicz, 1995**).

Les comparaisons entre relevés établis par points quadrats alignés peuvent être effectuées grâce au test du KHI2 sur les effectifs observés (fréquences spécifiques) (**Boudet, 1991**) en regroupant les espèces peu représentées en une ou plusieurs classes. Ce type d'analyse permet de comparer deux sites entre eux sur un plan floristique ou de comparer les compositions floristiques d'un même site sur plusieurs saisons ou années (**Ickowicz, 1995**).

### I.3.2. Evaluation de la productivité et de la valeur fourragère

#### I.3.2.1. Evaluation de la biomasse herbacée

Les techniques d'estimation de biomasse herbacée peuvent être divisées en deux grands groupes : les méthodes dites directes ou destructives et celles dites indirectes ou non destructives.

#### \* Les méthodes destructives

C'est la méthode de la récolte intégrale qui regroupe l'ensemble des techniques consistant à faucher, sur une surface échantillon déterminée, toute la partie aérienne de la strate herbacée. Un échantillon sera séché à l'étuve jusqu'à poids constant pour déterminer le taux de matière sèche. La biomasse ainsi fauchée correspond à la biomasse herbacée épigée appelée très souvent "biomasse herbacée" que l'on ramène à une surface de 1ha en exprimant le résultat en kilogramme ou en tonne de matière sèche à l'hectare ( kg MS/ha ou t MS/ha ). La biomasse de chaque espèce herbacée peut être mesurée séparément.

Les méthodes destructives donnent des résultats avec de bonnes précisions. **Boudet (1984)** préconise le fauchage de 20 placeaux homogènes et représentatifs du couvert végétal herbacé, pour obtenir une précision de 10 à 15p.100. **Savado** (2002) propose 10 à 20 placeaux par station selon le degré d'hétérogénéité du groupement pour une précision de 10 à 30p.100. Cependant, ces méthodes ont l'inconvénient d'engendrer un travail de terrain fastidieux, de concerner, de ce fait, des surfaces limitées et de modifier l'état du site ; ce qui peut être un problème pour des parcelles de petite taille ou sur lesquelles des mesures répétitives sont effectuées (**Ickowicz, 1995**). Pour éviter ces écueils de cette technique, on a développé de méthodes indirectes d'estimation de la biomasse.

#### \* Méthodes indirectes d'estimation de la biomasse herbacée

##### - Méthodes non destructives de terrain

Ces méthodes ont l'avantage de réduire le travail de terrain, donc d'augmenter la capacité d'échantillonnage et de préserver les sites d'études. Parmi elles nous avons les méthodes radiométriques de terrain, les méthodes visuelles et la méthode de l'herbomètre.

##### - Méthodes d'estimation "hors terrain" de la biomasse herbacée

C'est un ensemble de méthodes qui visent à s'affranchir du fastidieux, onéreux et, parfois imprécis travail de terrain. Elles se repartissent en deux groupes à savoir les méthodes basées sur le bilan hydrique et celles basées sur la radiométrie par télédétection. Le premier groupe utilise la modélisation de la croissance végétale en fonction de la disponibilité en eau qui est considérée comme le facteur limitant de la production primaire au Sahel. De nombreux auteurs ont utilisé cette méthode dans l'estimation de la productivité des pâturages sahéliens (**De Ridder et al., 1982 ; Penning De Vrie et Djitéye, 1991 ; Breman et De Rider, 1991 ; ...**). Les méthodes radiométriques reposent sur les propriétés originales d'absorption des chlorophylles a et b des végétaux et, l'évaluation de la biomasse de la strate herbacée active est possible à partir des mesures de réflectance (**Ickowicz, 1995**).

### **\* Conclusion sur les méthodes d'estimation de la biomasse herbacée**

Les différentes méthodes permettent d'évaluer la biomasse herbacée avec des précisions voisines si les conditions d'échantillonnage sont respectées. Cette précision se situe très souvent entre 10 et 20p.100 selon la taille de la surface d'estimation et son hétérogénéité (Ickowicz, 1995). Ainsi, le choix d'une méthode pour une étude donnée, prendra en compte l'échelle de travail, les données et les moyens disponibles.

#### **I.3.2.2. Evaluation de la biomasse fourragère ligneuse**

L'estimation de la biomasse fourragère ligneuse est plus complexe que celle des herbacées. Les méthodes d'évaluation de cette biomasse ont connu un développement tardif du fait probablement de son accès plus difficile (pour les animaux comme pour les pastoralistes), aussi bien que de sa grande variabilité spatiale et temporelle. Compte tenu du rôle important des ligneux dans l'alimentation des ruminants sur parcours naturels, mis en exergue par la crise climatique, l'accent a été mis sur cette biomasse depuis la fin des années 1970. On distingue de nos jours des méthodes destructives et non destructives d'évaluation de la biomasse fourragère ligneuse (Le Houerou, 1980 ; Ickowicz, 1995).

#### **\* Méthodes destructives**

Ces méthodes consistent à la défoliation complète ou partielle d'un individu pour mesurer sa biomasse foliaire et/ou fruitière totale. On procède soit par abattage de l'arbre, soit par récolte sur une bâche étalée sous l'arbre. L'obtention de mesures représentatives d'un type de pâturage, qu'il soit mono ou plurispécifique, nécessite un échantillonnage important. Cette méthode longue, onéreuse et perturbatrice ne peut guère être appliquée seule pour l'évaluation de la biomasse fourragère ligneuse d'un pâturage. Pour ce faire, de nombreuses méthodes non destructives ont été développées.

#### **\* Méthodes non destructives**

Elles se divisent en deux groupes selon l'objectif assigné : estimation de la biomasse totale ou estimation de la biomasse consommable par les ruminants.

##### ***- Biomasse fourragère ligneuse totale***

Elle est estimée grâce à des méthodes visuelles (Pellew, 1980 cité par Ickowicz, 1995) radiométriques (Franklin et al., 1991 cité par Ickowicz, 1995), allométriques (Bile,

1973 et 1976, Bourlière, 1978 et Depommier, 1996 cités par Ouédraogo, 1997-1998 ; Le Houerou, 1980 ; Ickowicz, 1995 ; Nanglem, 2001 ; ...) ou encore par des méthodes indirectes basées sur l'estimation de paramètres facilement accessibles tels que la densité de ligneux ou le recouvrement ligneux (Breman et De Ridder, 1991).

#### **- Biomasse fourragère ligneuse pâturable**

Beaucoup d'auteurs ne font pas de distinction entre la biomasse foliaire totale et la biomasse pâturable et, font l'hypothèse que cette biomasse caduque est tôt ou tard disponible pour les animaux. Cependant, plusieurs espèces ligneuses présentent, en zone sahélienne, une microphyllie qui rend les feuilles caduques peu disponibles pour les ruminants (destruction, enfouissement, préhension difficile), en particulier pour les bovins. De plus la valeur nutritive des feuilles déhiscentes n'a pas l'intérêt de celle des feuilles vertes (Ickowicz, 1995).

Ainsi, la part de la biomasse totale accessible aux ruminants est parfois estimée en évaluant la part du feuillage ou du volume de la couronne inférieure à une hauteur seuil. Celle-ci correspond à la hauteur maximale de pâture. Elle est de 2m pour les bovins et 1,5m pour les ovins et caprins selon Breman et De Ridder (1991). Baas et Mackel (1991) cités par Ickowicz (1995) trouvent 1,75m pour les ovins et caprins. Ces chiffres manquent de précision, mais l'approche paraît néanmoins plus satisfaisante.

#### **\* Conclusion sur l'évaluation de la biomasse fourragère ligneuse**

Diverses méthodes d'évaluation de la biomasse fourragère ligneuse ont été mises en œuvre. Dans leur ensemble, elles sont lourdes et de précision difficile à apprécier. Cependant, elles ont toutes le mérite de pouvoir fournir un ordre de grandeur de la contribution des ligneux aux ressources fourragères.

#### **I.3.2.3. Evaluation de la valeur nutritive**

##### **\* Composition chimique**

Les analyses réalisées classiquement (Rivière, 1978 ; Jarrige, 1988 ; Kaboré/ Zoungrana, 1996) sont les déterminations des teneurs en :

- matière sèche (MS) par séchage à l'étuve ;

- cendres ou matières minérales (MM) par incinération à 550°C, à partir de laquelle on déduit, par différence, la matière organique (MO) ;
- matières azotées totales (MAT) qui est égale à la teneur en azote totale (méthode Kjeldal) multipliée par 6,25 ;
- extraits étherés qui n'est pas toujours mesurée en raison de la faible teneur en matières grasses (MG) des fourrages ;
- cellulose brute (CB de WEENDE) qui fut longtemps le principal critère d'évaluation des parois cellulaires (constituants pariétaux) ;
- minéraux, oligo-éléments et vitamines.

Depuis quelques années, l'évaluation de la teneur en constituants pariétaux (CB de WEENDE) est remplacée par la méthode de VAN SOEST (**Richard, 1987 in Ickowicz, 1995 ; Jarrige, 1988**) qui permet de distinguer plusieurs fractions dont les dégradabilités par les ruminants sont différentes. Les fractions analysées sont :

- Neutral Detergent Fiber (NDF) qui correspond à l'ensemble des constituants pariétaux ;
- Acid Detergent Fiber (ADF) ou ligno-cellulose ;
- Acid Detergent Lignin (ADL) ou lignine, indigestible par les ruminants.

On détermine par calcul la teneur en cellulose (ADF-ADL) et en hemicellulose (NDF-ADF), fraction la plus facile à dégrader.

La méthode de WEENDE ne permet pas de distinguer les différentes fractions de la cellulose brute alors que les proportions de ces dernières varient selon le type de fourrage (**Jarrige, 1988**). Ainsi, selon le type de fourrage considéré, la CB de WEENDE est plus ou moins dégradée. Par conséquent, le fractionnement des constituants pariétaux selon la méthode VAN SOEST apporte généralement une plus grande précision des équations de prévision de la valeur nutritive des fourrages.

### **I.3.3. Méthodes d'étude de la dynamique des pâturages**

#### **I.3.3.1. Suivi des formations végétales**

Les méthodes d'étude de la dynamique des formations végétales ou types de pâturages servent à cerner avec plus de précision, à une échelle nettement plus grande,

l'évolution des parcours (**Ickowicz, 1995**). Elles permettent d'aborder, d'une part, les variations de la productivité et, d'autre part, les variations de composition floristique et de valeur fourragère. On distingue :

#### **\* Suivi de la strate herbacée**

Les méthodes utilisées, en zone sahélienne, pour l'étude de la dynamique des pâturages sont fondées essentiellement sur des critères botaniques et écologiques (**Boudet, 1984 ; Grouzis, 1988**) pour la simple raison que les parcours qui forment un espace ouvert offrent rarement une possibilité de gestion contrôlée et leur charge animale sont inconnue ou mal connue (**Ickowicz, 1995**). Ces méthodes utilisent des relevés phytosociologiques ou des relevés par points quadrats répétés dans le temps. Un suivi phénologique des espèces peut être fait pour estimer la dynamique saisonnière.

#### **\* Suivi de la strate ligneuse**

##### **Variations d'effectifs**

Elles sont étudiées par des inventaires répétés de la strates ligneuses dans le temps, tous les trois ou quatre ans en zone sahélienne compte tenu de l'évolution relativement lente (sauf accident climatique sévère) des populations ligneuses. Mais, la croissance des individus et la dynamique des jeunes peuplements qui sont parfois rapides peuvent justifier des mesures chaque année (**Ickowicz, 1995**).

##### **Phénologie**

Le suivi phénologique des ligneux est une approche appropriée dans l'optique d'une estimation saisonnière de la disponibilité fourragère sur un parcours. Il constitue un complément nécessaire à l'évaluation d'un pâturage (**Piot et al., 1980**). Cette étude demande des observations régulières à intervalle de temps d'environ 15 jours pour pouvoir suivre les différentes phénophases (**Piot et al., 1980 ; Poupon, 1979**) qui déterminent la disponibilité du fourrage ligneux.

Les variations individuelles et celles liées au site amènent à former des échantillons de 10 à 20 individus repartis suivant la morphologie du paysage. D'après **Poupon (1979)** l'effet site n'est toujours observé quand les variations topographiques sont limitées.

Pour la réalisation des observations, les phénophases (feuillaison, floraison et fructification) sont découpées chacune en trois, quatre ou cinq stades en fonction des auteurs (**Piot et al.,**

1980 ; Grouzis et Sicot, 1980 ; Kaboré/Zoungrana, 1995). Il est alors attribué aux individus un stade pour chaque phase, soit trois notes.

Les observations sur plusieurs individus d'une même espèce permettent d'établir un « phénogramme » individuel ou moyen qui représente graphiquement les successions des phases selon la saison et l'année (Piot et al., 1980 ; Poupon, 1979). Grouzis et Sicot (1980), pour améliorer la précision de l'information contenue sur les phénogrammes, calculent la fréquence observée sur l'échantillon pour chaque stade et, l'ensemble des stades est représenté sur un graphique en fréquence. Ce qui permet de représenter sur un graphique unique le comportement d'une population monospécifique de ligneux.

### I.3.3.2. Suivi des troupeaux au pâturage

#### \* Etude du comportement alimentaire au pâturage

Selon Ickowicz (1995) de nombreuses méthodes ont été utilisées pour ce type d'étude sur parcours naturel, sous différentes latitudes, sur animaux variés (ruminants sauvages ou domestiques). Néanmoins il distingue deux lots de méthodes, celles ayant un objectif d'évaluation des quantités ingérées et, celles recherchant une description de la composition des régimes, les deux objectifs étant parfois associés. Ainsi, des modèles de prévision du comportement alimentaire (des caprins) ont été mis au point (Genin, 1993 cité par Ickowicz, 1995). Ces modèles s'appuient sur des observations visuelles. D'autres méthodes basées sur le temps d'ingestion consacré à chaque espèce ligneuse ont été utilisées aussi et s'appuyant sur des observations visuelles de prises alimentaires. Mais, cette dernière méthodes ne paraît pas adaptée selon Ickowicz (1995).

Il a été mis au point au Sénégal une méthode d'étude de la composition du régime des ruminants (Guérin et al., 1991 cité par Ickowicz, 1995). Cette méthode, dénommée « collecte du berger », a été utilisée en zones sahélienne et soudanienne. Elle est s'appuie sur des observations pendant 10 à 20 secondes des prises alimentaires au cours des heures de grands repas. L'intérêt de cette méthode se trouve dans sa mise en œuvre aisée et dans le fait qu'elle est bien adaptée au milieu extensif et aux animaux sahéliens.

Des méthodes de synthèse existent également et ont été utilisées au Burkina Faso (Sawadogo, 1996 ; Savadogo, 2002). Elles sont basées sur des observations du bétail au cours du pâturage depuis le départ jusqu'au retour au campement et cela à des périodes différentes de l'année. Ces méthodes paraissent fastidieuses.

Enfin, d'autres méthodes, ayant pour objectifs la détermination du rythme d'activité des animaux au pâturage et la détermination des espèces ligneuses appréciées par les animaux, ont été appliquées au Sahel burkinabé (**Nangle, 2001**). Elles consistent à des observations répétées à intervalle de temps de 15 minutes d'animaux cibles dans un troupeau au pâturage pendant la journée de pâturage. C'est une méthode qui nous paraît également fastidieuse.



## **II. DEUXIEME PARTIE: MATERIELS ET METHODES**

## II.1. Introduction

La définition d'une approche méthodologique constitue un préalable très important à tout travail d'investigation que l'on veut mener. Une démarche méthodologique bien élaborée permet d'aboutir à une construction logique, claire et précise de l'étude. L'adoption de méthodes appropriées, bien adaptées aux moyens et aux réalités du terrain d'étude s'avère donc nécessaire.

## II.2. Identification des types de pâturages et des stations

Nous avons effectué le rassemblement de la documentation sur la zone d'étude, en occurrence les documents cartographiques. La carte topographique de l'Afrique de l'ouest sur la région de Djibo à l'échelle 1/200000<sup>e</sup> fut utilisée ainsi que le fond de carte d'interprétation minute de photographies aériennes datant de 1983 du village de Tongomayel et environs (au 1/50000<sup>e</sup>). Ces éléments nous ont servi de guide directeur pour l'approche prospective qui a consisté au travail de reconnaissance générale du terrain au regard de la forme géométrique et dans le souci de mieux appréhender l'hétérogénéité du milieu. Cela nous a permis d'identifier les grands ensembles végétaux où nous devons installer nos stations d'investigation. Ainsi, des corrections nécessaires ont été apportées au fond de carte compte tenu de l'ancienneté des photos aériennes disponibles.

Au total, nous avons suivi quatre transects comme le suggèrent **Dizier et al. (1992)** et, la **FAO (1981)** cités par cités par **Doukom (2000)**, soit deux transects parallèles situés de chaque côté de la route (Départementale 12) qui traverse le terroir. Les critères d'identification sont fondés sur les observations physionomiques de la végétation. Nous avons ainsi identifié, en dehors des champs, quatre types physionomiques nettement différenciés sur le terrain. Ces quatre unités correspondent au regroupement des unités de végétation mises en évidence par l'interprétation des photo aériennes. Ce sont par ordre d'importance la steppe arbustive, la steppe arborée, la brousse tigrée et la formation ripicole (bas-fond).

Les stations écologiques ont été placées à travers ces formations végétales et ont été les lieux des différentes observations : analyse floristique, évaluation de la phytomasse, suivi phénologique. Au départ, douze stations ont été implantées, soit trois stations par type de formation végétale. Par la suite, trois autres sites ont été retenus dans trois champs distincts après les récoltes, pour y faire des analyses floristiques et évaluer la biomasse herbacée.

Chaque station représente l'unité de référence, c'est-à-dire l'échantillon d'étude, qui correspond à une parcelle de 1 ha relativement homogène et suffisamment représentative de l'ensemble étudié comme le préconisent **Walker (1970)** cité par **Ickowicz (1995)** en zone sahélienne. La délimitation des stations a été faite avec quatre piquets et une corde de 100m. Les différentes stations ont été géo-référencées par la prise de leurs coordonnées géographiques au moyen d'un GPS Magellan 300. Sur chacun des quatre côtés d'une station, les arbres ont été marqués par la peinture rouge. Cette opération devrait permettre de retrouver chaque site pour d'éventuelles études ultérieures.

### **II.3. Inventaires floristiques**

Le but de l'analyse floristique dans cette étude est de cerner la biodiversité végétale des différentes formations végétales à travers le recensement des divers taxa morphologiques discernables sur le terrain (**Fontès et Guinko, 1995**), mais également d'appréhender l'importance relative ou le taux de recouvrement (**Daget et Godron, 1991**) de chacune des diverses espèces dans le tapis végétal.

#### **II.3.1. Strate herbacée**

La méthode utilisée pour les inventaires de la strate herbacée est celle des points quadrats alignés (**Daget et Poissonnet, 1971**) qui fut développée au Centre d'Etude de Phytosociologie et d'Ecologie (C.E.P.E) de Montpellier et adaptée aux études des pâturages tropicaux. La technique a consisté à recenser la présence des espèces à la verticale de points disposés régulièrement, chaque 20cm, le long d'un double-décamètre tendu au dessus du toit du tapis herbacé. Une tige métallique effilée, matérialisant la ligne de visée, était laissée tomber en chaque point, et les espèces en contact avec la tige étaient recensées. Par convention chaque espèce n'est recensée qu'une seule fois par ligne de visée (**Boudet, 1984**).

Cette technique présente l'avantage d'être précise et simple à standardiser sur le terrain (**Ickowicz, 1995**). Elle permet de dresser la liste floristique des espèces rencontrées dans les différentes formations végétales et de déterminer la fréquence de chacune de ces espèces. De ce fait on utilise des bordereaux d'enregistrement constitués par un tableau comportant 52 colonnes (annexe 4). L'observateur note en début de ligne les noms des espèces annoncées (une ligne par espèce et une espèce par ligne). Une colonne est consacrée

à chaque observation et les espèces annoncées sont cochées par une croix dans la case correspondante. Dans la dernière colonne on portera le nombre total de croix présentes sur chaque ligne. On appelle ce tableau ainsi constitué l'image matricielle de la végétation (**Daget et Godron, 1995**).

Dans le souci d'obtenir assez de précision dans l'estimation de nos résultats, et sachant que le tapis herbacé est une mosaïque discontinue et hétérogène (**Le Houerou, 1980**), nous avons réalisé 9 lignes de 20m par unité de végétation, soit un échantillon de 300 points par site d'inventaire. Les lignes de relevé sont placées au hasard sur le site.

Les données d'observation consignées dans les fiches de relevé nous permettent de calculer les paramètres caractéristiques de la végétation définis par **Daget et Poissonnet (1971)** :

- la fréquence spécifique de l'espèce (i)  $FS_i$  qui est le nombre total de présences de l'espèces (i) enregistrées sur une ligne. En d'autres termes le nombre de points où l'espèce (i) a été rencontrée ;
- la fréquence centésimale de l'espèce (i)  $FC_i$  qui correspond au rapport (en %) de la fréquence spécifique au nombre de points (N) échantillonnés. C'est une valeur indicatrice du recouvrement de l'espèce (i), défini comme la proportion de la surface du sol qui est recouverte par la projection verticale des organes aériens de l'espèce (i) :  $FC_i = FS_i / N \times 100$
- la contribution spécifique de l'espèce (i)  $CS_i$  définie comme le rapport de  $FS_i$  à la somme des  $FS_i$  de toutes les espèces (n) répertoriées sur 100 échantillonnés. C'est la traduction de la participation de l'espèce (i) à l'encombrement végétal aérien :

$$CS_i = \frac{FS_i}{\sum FS_i} \times 100$$

- la valeur pastorale dont la détermination permet de donner à la végétation des herbages un indice global de qualité, qui tient compte de la composition spécifique et de la valeur relative des espèces. La valeur pastorale des espèces se définit en attribuant à chaque espèce un indice de qualité spécifique ( $Is$ ). Ce critère de qualité, pour les espèces herbacées des parcours de la zone sahélienne, est établi sur une échelle de cotation de 0 à 3. Ainsi, sont considérées comme espèces de :

- bonne valeur pastorale, les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 3 ;
- moyenne valeur pastorale, les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 2 ;
- faible valeur pastorale, les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 1 ;
- sans valeur pastorale, les espèces dont l'indice spécifique (Is) est égal à 0 (**Akpo et Grouzis, 2000**).

La valeur pastorale peut être obtenue en faisant les produits des contributions spécifiques (CS<sub>i</sub>) des espèces par les indices de qualité correspondants ; les valeurs relatives des espèces ainsi obtenues sont additionnées et exprimées sur 100 (**Akpo et Grouzis, 2000**) :

$$V_p = 1/3 \sum CS_i \times Is$$

### II.3.2. Strate ligneuse

L'inventaire de la strate ligneuse avait pour buts :

- de caractériser les surfaces boisées du point de vue de leur potentiel perçu en terme de densité du peuplement, de diversité végétale et, de taux de recouvrement ;
- d'estimer les aspects dynamiques de la végétation à travers certains paramètres tels que le taux de régénération et le taux de mortalité ;
- enfin, d'estimer la proportion des espèces appréciées.

Sur les sites installés dans les différentes unités de végétation, des comptages totaux de tous les ligneux ont été réalisés en milieu de saison pluvieuse (mi-août). Pour faciliter le comptage, le site peut être divisé en 2 ou en 4 selon la densité du peuplement ligneux (importante par exemple 4 dans les brousses tigrées et 2 sur les steppes arbustives). Ainsi, sur chaque station nous avons procédé aux opérations suivantes : identification, dénombrement et mensuration. Les espèces rencontrées étaient répertoriées en cinq classes suivant la hauteur des individus (tableau II.1).

**Tableau II.1 : Caractéristiques des classes choisies pour l'étude des populations ligneuses**

CLASSES	H < 1m	1m < H < 3m	3m < H < 5m	5m < H < 7m	H > 7m
Justification	Jeune repousse	Individu jeune	Individu adulte	Individu adulte ou âgé	Individu âgé

*H* : hauteur.

Au total 12 ha de végétation de la zone ont fait l'objet d'inventaires systématiques. Les observations sont mentionnées sur des fiches d'inventaire sur lesquelles nous notons aussi certaines caractéristiques dendrométriques, notamment le diamètre moyen du houppier déterminé grâce à deux mesures suivant deux directions perpendiculaires quelconques choisies au bas de chaque ligneux. De cette façon, la couronne de l'arbre est assimilée à un cercle dont le diamètre est une moyenne établie à partir des deux dimensions extrêmes de la couronne comme le préconise **Le Houérou (1980)**.

La mesure du diamètre moyen du houppier, outre le calcul du taux de recouvrement, permet la détermination de la biomasse fourragère (**Le Houérou, 1980**). Les mesures ont été répétées par classe de hauteur (cf. tableau II.1) sur trois individus choisis au sein de l'espèce dominante de la strate. Ces mesures étaient faites en mètre.

La collecte des données de l'inventaire des ligneux permet d'aboutir aux caractéristiques suivantes :

- la **densité (N/ha)** : c'est le nombre d'individus ou de tiges sur pieds par unité de surface ramenée à l'hectare ;
- le **taux de recouvrement (R%)** qui est un paramètre d'évaluation de la biomasse ligneuse (**Carrière, 1995**), c'est la projection au sol des houppiers. Sa formule de calcul est la suivante :

$$R(\%) = S_h / S_s \times 100 \text{ avec :}$$

**R(%)** : taux de recouvrement en % ;

**S<sub>h</sub>** : surface du houppier  $S_h = \pi D_{mh}^2 / 4$  ;

**S<sub>s</sub>** : surface de la parcelle d'inventaire (1ha) ;

**D<sub>mh</sub>** : diamètre moyen du houppier ;

- la **stratification** ou **distribution des individus en fonction des classes de hauteur** : elle permet la détermination du type de végétation d'un site ;
- la **capacité de régénération (R)** : qui représente le nombre de rejets et/ou de plantules par rapport au nombre total de pieds adultes de la même espèce ; il est exprimé en pourcentage de l'effectif total des espèces recensées par site (**Traoré, 2002**) ;
- le **taux de mortalité (M)** : c'est le nombre de pieds morts par site d'observation exprimé en pourcentage de l'effectif total des individus de la parcelle. C'est un paramètre utilisé dans l'appréciation de la dynamique des ligneux (**D**) ;
- le **taux de dynamique (D)** : il représente la différence entre les deux taux précédents. Sa formule est la suivante (**Doukom, 2000**) :

$$D(\%) = R - M \quad \text{avec } D : \text{taux de dynamique en } \% ;$$

$$R : \text{taux de régénération en } \% ;$$

$$M : \text{taux de mortalité.}$$

## II.4. Evaluation de la phytomasse herbacée

### II.4.1. Phytomasse herbacée disponible sur les sites

Nous avons utilisé, pour l'estimation de la production végétale herbacée de nos sites, la méthode directe qui est celle de la récolte intégrale. Elle a consisté au fauchage de placeaux unitaires de 1m<sup>2</sup> repartis de façon aléatoire sur l'ensemble du site (**Grouzis, 1988**). Le placeau est matérialisé par un cadre métallique à l'intérieur duquel le matériel végétal est coupé au ras du sol à l'aide d'un sécateur. La récolte de chaque placeau était immédiatement pesée pour prendre le poids frais. Nous avons opté pour le fauchage de 30 placeaux par unité de végétation, soit 10 placeaux par site. La précision recherchée étant de  $\pm 10p.100$  autour de la moyenne.

Les coupes ont été effectuées à intervalle de temps réguliers de 10 jours. La démarche expérimentale suivie s'articule ainsi :

- après avoir déposé le cadre métallique, l'herbe encadrée est fauchée et mise dans un sachet pour être immédiatement pesé ;

- mélange des 10 carrés fauchés et prélèvement d'un échantillon composite d'environ 500 à 2000g. Cet échantillon est ensuite mis en sachet et étiqueté avec un petit papier donnant la date , les références du site et le poids frais ;
- la détermination de la teneur en matière sèche de chaque échantillon est réalisée par séchage à l'étuve à 105°C pendant 24heures.

La récolte intégrale a commencé le 1<sup>er</sup> octobre 2003 et a pris fin le 29 janvier 2004.

#### II.4.2. Phytomasse herbacée disponible dans les champs après la récolte

Cette évaluation a commencé juste à la fin des récoltes et visait l'objectif d'estimer la biomasse des espèces herbacées spontanées ayant repoussé dans les champs après le sarclage. Cette herbe est pâturée par les animaux en même temps que les résidus de culture. Pour l'estimation de cette phytomasse nous avons également utilisé la technique de la récolte intégrale.

Nous avons reparti 30 placeaux de 1m<sup>2</sup> sur trois champs, soit 10 placeaux unitaires par champs. Le schéma utilisé a été le même que celui appliqué sur les sites. Les mesures de biomasse ont démarré le 8 novembre 2003 et ont pris fin le 18 décembre 2003.

Les mesures de la biomasse nous ont permis d'aboutir à certains paramètres caractéristiques de la productivité. Ce sont:

##### II.4.2.1. La biomasse maximale

Elle correspond à la maturation de la communauté végétale. C'est cette valeur qui est considérée, à une certaine approximation près, comme la production annuelle (**Grouzis, 1979**) utilisée pour le calcul de la capacité de charge. La phytomasse optimale disparaît par la suite progressivement au fil du temps à causes des pertes diverses. La dynamique de disparition de la biomasse permet d'établir des courbes évolutives de la phytomasse par les mesures de la production de la biomasse sur pied à intervalle de temps régulier.

##### II.4.2.2. La capacité de charge (CC)



La détermination de ce paramètre est très important dans la gestion des pâturages. La capacité de charge est la quantité de bétail que peut supporter un pâturage sans se dégrader, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voire prendre du poids ou produire du lait pendant son séjour sur le pâturage. Elle s'exprime en UBT/ ha et, est donnée par la relation suivante (**Boudet, 1991**) :

$$CC = \frac{\text{Production (kg MS/ha)} \times K (\%)}{6.25 (\text{kg MS/UBT/jour}) \times \text{période d'utilisation}}$$

avec : **K (%)** : coefficient d'utilisation (=35%) ;

**MS** : Matière Sèche ;

**UBT** : Unité Bovin Tropical ;

Période d'utilisation = 365 jours.

Le calcul du disponible fourrager devrait normalement tenir compte de l'apport des résidus de culture qui contribuent de façon significative à son amélioration.

## II.5. Evaluation de la contribution des résidus de culture

Les résidus de culture représentent l'ensemble de ce qui reste des cultures après que l'homme ait tiré les éléments utiles à la satisfaction de ses besoins alimentaires. Ils constituent un fourrage d'appoint pour les animaux en raison de leur richesse en éléments minéraux et protéiques (**Kaboré/Zoungana, 1995 ; Savadogo et al., 1999 cités par Magloire, 2001**).

L'évaluation des résidus de culture a porté sur les principales spéculations produites au niveau de la zone d'étude. Ces dernières sont par ordre d'importance le mil, le sorgho, le maïs, le niébé, l'arachide, et le wouandzou.

Pour estimer la contribution des résidus de culture, nous avons travaillé en collaboration avec les services techniques de l'agriculture chargés de l'estimation des productions agricoles de la zone notamment l'agent ATA. Ainsi, nous avons posé des carrés de rendement dans les champs de huit ménages d'agropasteurs. L'opération a consisté à :

- la pose de trois carrés de 25m<sup>2</sup> chacun par spéculation par champs ; chaque carré était délimité par quatre piquets en bois ;
- le suivi des carrés pour ne pas perdre leur trace avec l'évolution des cultures ;
- la récolte des carrés à la moisson des cultures. Cette opération a consisté à la coupe ou à l'arrachage de tous les pieds de culture contenus dans le carré en séparant les tiges ou fanes des graines. Les tiges ou les fanes étaient ensuite attachées en 2 ou 3 bottes puis pesées à l'aide d'un peson à ressort de 50kg. Un échantillon représentatif est prélevé pour chaque spéculation et pesé avant d'être conditionné dans un sac ;
- le séchage au soleil pendant un temps suffisant des échantillons qui sont reconditionnés avant la détermination de leur teneur en matière sèche à l'étuve à 105°C pendant 24heures.

Les carrés de rendements ont été posés à la fin du mois d'août et leur prélèvement a eu lieu à la mi-octobre.

Les résultats sont exprimés en kg MS / ha et leur extrapolation, à partir des superficies totales emblavées, permet d'évaluer la biomasse des résidus de culture. Les surfaces totales cultivées pour les différentes spéculations ont été obtenues auprès du responsable de l'agriculture de la zone.

## **II.6. Estimation de la qualité des pâturages**

Elle est faite à travers la détermination de la composition chimique des fourrages produits sur les pâturages. Cette évaluation porte sur les échantillons collectés lors de l'évaluation de la biomasse herbacée des aires de parcours ainsi que ceux collectés pendant l'estimation de la contribution des résidus de culture. Ces échantillons séchés et broyés ont subi la détermination des composantes suivantes :

- la teneur en matière sèche à l'étuve pendant 24 heures ;
- les cendres totales ou matières minérales (MM) par calcination de la matière sèche (MS) à 550°C au four ; on en déduit la matière organique (MO) ;
- les matières azotées totales (MAT) par la méthode de dosage des protéines brutes de Kjeldhal. Elle consiste à minéraliser l'échantillon par voie humide ; la solution acide est alcalinisée par une solution d'hydroxyde de sodium ; l'ammoniac libéré est mobilisé par hydrodistillation et recueilli dans une quantité déterminée d'acide sulfurique dont l'excès est

titré par une solution d'hydroxyde de sodium. La quantité d'azote est affectée du coefficient 6.25 pour obtenir les MAT.

## II.7. Etude phénologique d'espèces ligneuses fourragères

La phénologie végétale est définie comme étant l'étude des relations entre les périodicités morphologiques et physiologiques des plantes et celles des variables écologiques actives, plus particulièrement des variables climatiques (**Le Floch, 1969 cité par Nanglem, 2001**). Son étude a pour but d'estimer la disponibilité saisonnière des fourrages ligneux sur les parcours.

Le suivi phénologique a porté sur cinq principales espèces retenues à l'issue d'une classification préférentielle sur le plan fourrager. Nous avons utilisé comme base de classification les éléments issus non seulement des observations de l'analyse floristiques des populations ligneuses de la zone, mais également, des observations du suivi des troupeaux au pâturage en mettant l'accent sur les préférences des animaux. Ainsi, nous avons opté pour les espèces suivantes :

- ◆ *Pterocarpus lucens* Lepr. Ex Guill. Et Perrott. ;
- ◆ *Acacia senegal* (L.) Willd.;
- ◆ *Guiera senegalensis* J. F. Gmel. ;
- ◆ *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. ;
- ◆ *Combretum aculeatum* Vent..

Le suivi phénologique de ces espèces a été conduit sur les mêmes stations choisies au début de l'étude. L'objectif primordial étant de suivre l'évolution saisonnière du disponible fourrager, les différentes espèces retenues ont été suivies sur leurs sites de prédilection c'est-à-dire que chaque espèce a été suivie sur la station où elle a une présence importante voire dominante (cf. tableau II.2). Ainsi, ce choix ne nous a pas permis de voir la variabilité du cycle phénologique suivant la variation des conditions écologiques.

**Tableau II.2 : Stations d'observations phénologiques**

Espèces	Station d'observation
<i>Pterocarpus lucens</i>	Brousse tigrée
<i>Acacia senegal</i>	Steppe arborée
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Bas-fond
<i>Guiera senegalensis</i>	Bas-fond
<i>Combretum aculeatum</i>	Bas-fond

La méthode utilisée a consisté à noter l'évolution des paramètres (phénophases) considérés. Ainsi, 15 individus représentatifs de chacune des espèces ont été observés. Ces individus étaient repartis au sein d'une espèce de la manière suivante : trois individus par classe de hauteur. Les classes de hauteur sont celles définies lors de l'analyse floristique de la strate ligneuse. Cela avait pour but de mieux cerner les variations individuelles. Cependant, compte tenu de l'absence de grands individus (classe 5) chez certaines espèces, notamment chez *Acacia senegal*, *Guiera senegalensis* et *Combretum aculeatum*, seulement 12 pieds ont été suivis pour chacune d'elles.

Les observations se faisaient régulièrement tous les 14 jours sur les mêmes individus qui étaient identifiables grâce à la peinture rouge sur leur tronc ou sur une branche visible. Ces observations ont été consignées sur des fiches de suivi phénologique (annexe 5). Trois phénophases ont été définies : Feuillaison (Fe), Floraison (Fl) et Fructification (Fr). Ces différentes phases ont été subdivisées de la manière suivante :

\* Feuillaison

- Fe<sub>0</sub> : absence de feuille ;
- Fe<sub>1</sub> : début feuillaison ;
- Fe<sub>2</sub> : pleine feuillaison ;
- Fe<sub>3</sub> : fin feuillaison marquée par la sénescence des feuilles et leur chute ;

\* Floraison

- Fl<sub>1</sub> : début floraison (plus de 50% de bourgeons floraux et moins de 25% de fleurs épanouies) ;
- Fl<sub>2</sub> : pleine floraison (plus de 50% de fleurs épanouies) ;
- Fl<sub>3</sub> : fin floraison (sénescence et chute des pièces florales) ;

### \* Fructification

- Fr<sub>1</sub> : début fructification (entre 25 et 50% de fruits) ;
- Fr<sub>2</sub> : pleine fructification (plus de 50% de fruits) ;
- Fr<sub>3</sub> : fin fructification (fruits murs capables de germer).

Enfin, il convient de souligner que l'approche phénologique ne permet pas l'évaluation de la biomasse fourragère offerte au bétail mais elle a le mérite de faire voir la disponibilité d'organes fourragers ligneux dans le temps.

## II.8. Evaluation du comportement des animaux au pâturage

L'étude du comportement des animaux au pâturage a eu pour buts, non seulement, d'évaluer leurs comportements alimentaires, mais aussi, de déterminer leurs itinéraires à différentes périodes marquées par des variations du disponible fourrager.

L'étude a concerné trois espèces de ruminants domestiques de la zone : bovins, ovins et caprins. Un troupeau échantillon, sédentaire, de chaque espèce a été choisi et suivi pendant 3 jours par mois de juin à février.

### II.8.1. Comportement alimentaire au pâturage et hauteur de pâture

L'analyse du comportement alimentaire des ruminants domestiques au pâturage visait le double objectif de déterminer d'une part, le rythme d'activité précis des animaux et, d'autre part, d'identifier les espèces ligneuses appréciées ainsi que les hauteurs moyennes de pâture des différents types de ruminants. La technique a consisté à suivre le troupeau en compagnie du berger depuis le départ au pâturage jusqu'au retour au campement. Des observations rapprochées étaient faites sur deux animaux cibles (femelles) du troupeau choisies au hasard et identifiables par deux colliers de couleurs différentes attachés autour du cou. Les observations se faisaient toutes les 15 minutes et portaient sur les activités deux animaux ciblés:

- la marche ;
- la pâture herbacée ;
- la pâture ligneuse (Broutage ou glanage) ;
- l'abreuvement ;
- le repos avec ou sans rumination .

Les résultats des observations sont consignés sur des fiches de suivi (cf. annexe 6).

Pour l'identification des espèces ligneuses appréciées on notait aussi les noms scientifiques des ligneux pâturés (glanage/broutage).

La détermination de la hauteur de pâture qui, traduit la capacité de chaque espèce animale à prélever le feuillage situé au dessus du sol, consistait à repérer et noter lors du broutage la hauteur maximum atteinte à l'aide d'un ruban métrique de 2 m. La technique a consisté à fixer le point de broutage à partir de l'observation des traces de dents sur l'arbre et, de prendre ensuite la mesure.

Au total, 18 animaux étaient suivis mensuellement à raison de 6 animaux par espèce.

Nous avons mesuré quotidiennement la distance parcourue par le troupeau à l'aide d'un podomètre accroché à la ceinture. Un chronomètre a servi à la définition des temps d'observation.

Par ailleurs au cours du suivi tous les points d'abreuvement et les différentes unités de pâturage fréquentées par l'ensemble des trois troupeaux suivis ont été géoréférencé. L'enregistrement des coordonnées géographiques, à l'aide d'un GPS Magellan 300, se faisait en fonction de la distance parcourue et du changement d'unité. Cela nous a permis de reconstituer les itinéraires suivis par chaque troupeau à différentes périodes à travers la mise en relation des coordonnées enregistrées journalièrement à des instants précis.

### II.8.1. Analyses statistiques

Les données des analyses floristiques ont été saisies avec le logiciel Microsoft Excel suivant un tableau en présence-absence et un autre en effectif (FS). Leurs analyses statistiques ont été par la suite faites à l'aide du logiciel MINITAB version 14. Les données de la biomasse ont également été saisies sur Excel et analysées par le même logiciel.

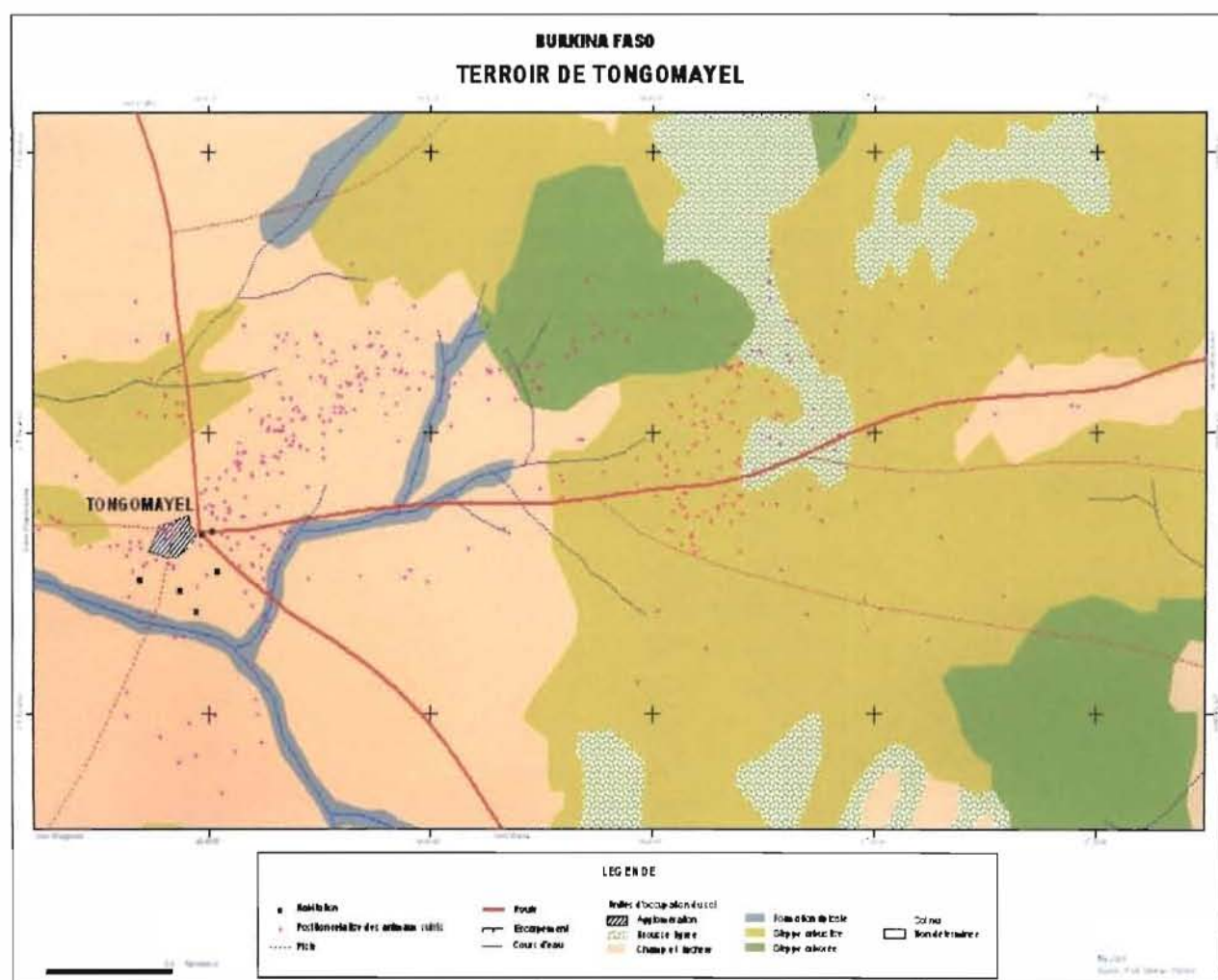
Les données du suivi ont été également saisies à l'aide du logiciel Microsoft Excel sur deux tableaux différents, l'un devant permettre l'analyse du rythme d'activité des ruminants et l'autre l'analyse des différentes espèces ligneuses appréciées. Les traitements statistiques sont faits avec le logiciel MINITAB version 14.

### **III. TROISIEME PARTIE: RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### III.1. CARTOGRAPHIE DES PÂTURAGES DE LA ZONE D'ÉTUDE

La figure III.1 présente une carte d'occupation des sols du terroir de Tongomayel. Elle fait ressortir l'extension et les limites des différentes unités de pâturage du terroir. Les champs et jachères ont la plus grande importance dans l'occupation des sols. Ces espaces agricoles occupent essentiellement le sud du terroir et entourent les habitations du village. Les autres unités viennent par ordre d'importance : les steppes (arbustives et arborées), les brousses tigrées et les formations ripicoles.

**Figure III.1 : Carte d'occupation des sols et des itinéraires des troupeaux domestiques du terroir de Tongomayel**





## III.2. INVENTAIRES FLORISTIQUES

### III.2.1. Caractéristiques de la strate herbacée

#### III.2.1.1. La composition floristique

La liste floristique détaillée des espèces inventoriées dans les différentes unités est donnée en annexe 7. Au total, nous avons recensé sur l'ensemble des sites d'observation soixante douze (72) espèces réparties en dix sept (17) familles.

Le nombre d'espèces varie de 24 pour la steppe arborée à 49 pour l'unité de bas-fond.

Le tableau III.1 présente les principales espèces rencontrées par unité de végétation ainsi que leur fréquences spécifiques et leurs degrés d'appétibilité .

**Tableau III.1 : Fréquences spécifiques et degrés d'appétibilité des espèces herbacées dominantes par unité de végétation**

Unités	Nb d'sp. Recensées	Espèces dominantes	FB	FS <sub>i</sub>	App.
<b>Bas-fond</b>	49	<i>Panicum laetum</i>	Ga	26,11	TA
		<i>Digitaria horizontalis</i>	Ga	21,44	TA
		<i>Eragrostis aspera</i>	Ga	21,44	A
		<i>Cassia mimosoides</i>	Le	21,1	TA
		<i>Setaria pallide-fusca</i>	Ga	20,67	TA
		<i>Borreria filifolia</i>	Au	16,89	PA
		<i>Andropogon gayanus</i>	Gv	14,11	TA
		<i>Schizachyrium exile</i>	Ga	12,67	A
		<i>Zornia glochidiata</i>	Le	11,78	TA
		<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Ga	9,78	TA
<b>Brousse tigrée</b>	36	<i>Microchloa indica</i>	Ga	45,67	A
		<i>Panicum laetum</i>	Ga	21,22	TA
		<i>Zornia glochidiata</i>	Le	20,55	TA
		<i>Setaria pallide-fusca</i>	Ga	11,44	TA
		<i>Eragrostis tremula</i>	Ga	6,22	A
<b>Champs</b>	35	<i>Eragrostis tremula</i>	Ga	38,89	A
		<i>Digitaria horizontalis</i>	Ga	26,44	TA
		<i>Ludwigia sp</i>	Au	7,67	PA
<b>Steppe arborée</b>	33	<i>Zornia glochidiata</i>	Le	57,89	TA
		<i>Brachiaria sp.</i>	Ga	43,33	TA
		<i>Schoenefeldia gracilis</i>	Ga	16,78	A
		<i>Aristida adscensionis</i>	Ga	13,89	PA
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Ga	11,78	TA
<b>Steppe arbustive</b>	24	<i>Zornia glochidiata</i>	Le	39,56	TA
		<i>Brachiaria sp.</i>	Ga	24,78	TA
		<i>Panicum laetum</i>	Ga	13	TA
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Ga	12,11	TA
		<i>Cassia torra</i>	Le	10,67	PA

*Nb d'sp* : nombre d'espèces ; *FB* : formes biologiques ; *App* : appétibilité ; *Le* : Légumineuses ; *Ga* : Graminées annuelles ; *Gv* : Graminées vivaces ; *Au* : Autres espèces ; *TA* : Très Appétée ; *A* : Appétée ; *PA* : Peu Appétée.

Dix (10) espèces sont communes à toutes les unités. Les espèces exclusives qui sont des espèces qu'on retrouve uniquement sur une unité, sont au nombre de 9 dans le bas-fond, 3 dans la brousses tigrée et 7 dans les champs.

La plus grande richesse spécifique se retrouve dans les bas-fonds avec 68% de l'ensemble des espèces recensées. Cela est probablement due aux conditions écologiques plus favorables au développement des plantes dans cette unité : gradient de texture, gradient d'humidité.

retrouve la plus faible diversité floristique avec 33,33% du total des espèces recensées, les autres unités sont intermédiaires avec respectivement 50 ; 48.61 et 45.83% du cortège floristique pour les brousses tigrées , les champs et les steppes arbustives.

D'une façon générale les résultats montrent que les différentes espèces possèdent des valeurs indicatrices des caractères édaphiques ou anthropiques d'une unité donnée. En effet, les espèces croissent sur des sites qui offrent des conditions correspondant à leur niche écologique fondamentale définie comme le domaine de tolérance de ces espèces vis-à-vis des facteurs du milieu (**Hutchinson, 1957 cité par Fournier et Nignan, 1997**). Ainsi, selon **Santos (1981) cité par Grouzis (1987)** les espèces exclusives à la zone ripicole sont des plantes hydrophiles indicatrices des milieux humides et hydromorphes. Ce sont *Andropodon gayanus*, *Andropogon sp.* ; *Corchorus tridens* Linn. ; *Eleusine indica* Gaertn. ; *Hibiscus sabdarifa* Hook. F. ; *Melochia corchorifolia* L. ; *Sida alba* L..

Ces résultats sont comparables à ceux trouvés par **Doukomo (2000)** dans la province du Bam en bordure soudano-sahélienne. En effet, ce dernier a trouvé une richesse floristique variant de 18 espèces pour les pâturages de collines à 67 espèces pour les bas-fonds. Il a recensé au total 93 espèces, une valeur qui est plus élevée que la nôtre. Cette différence tient de la situation écologique de sa zone d'étude avec un gradient pluviométrique plus important.

De plus, de nombreux auteurs ayant travaillé dans la zone sahélienne, ont montré qu'il y a une variabilité interannuelle de la composition floristique dans cette zone liée probablement à la très grande fluctuation des variables écologiques (**Penning De Vries et Djitéye, 1982 ; Cornet, 1981 ; Boudet, 1984 ; Grouzis, 1988 ; Ickowicz , 1995**).

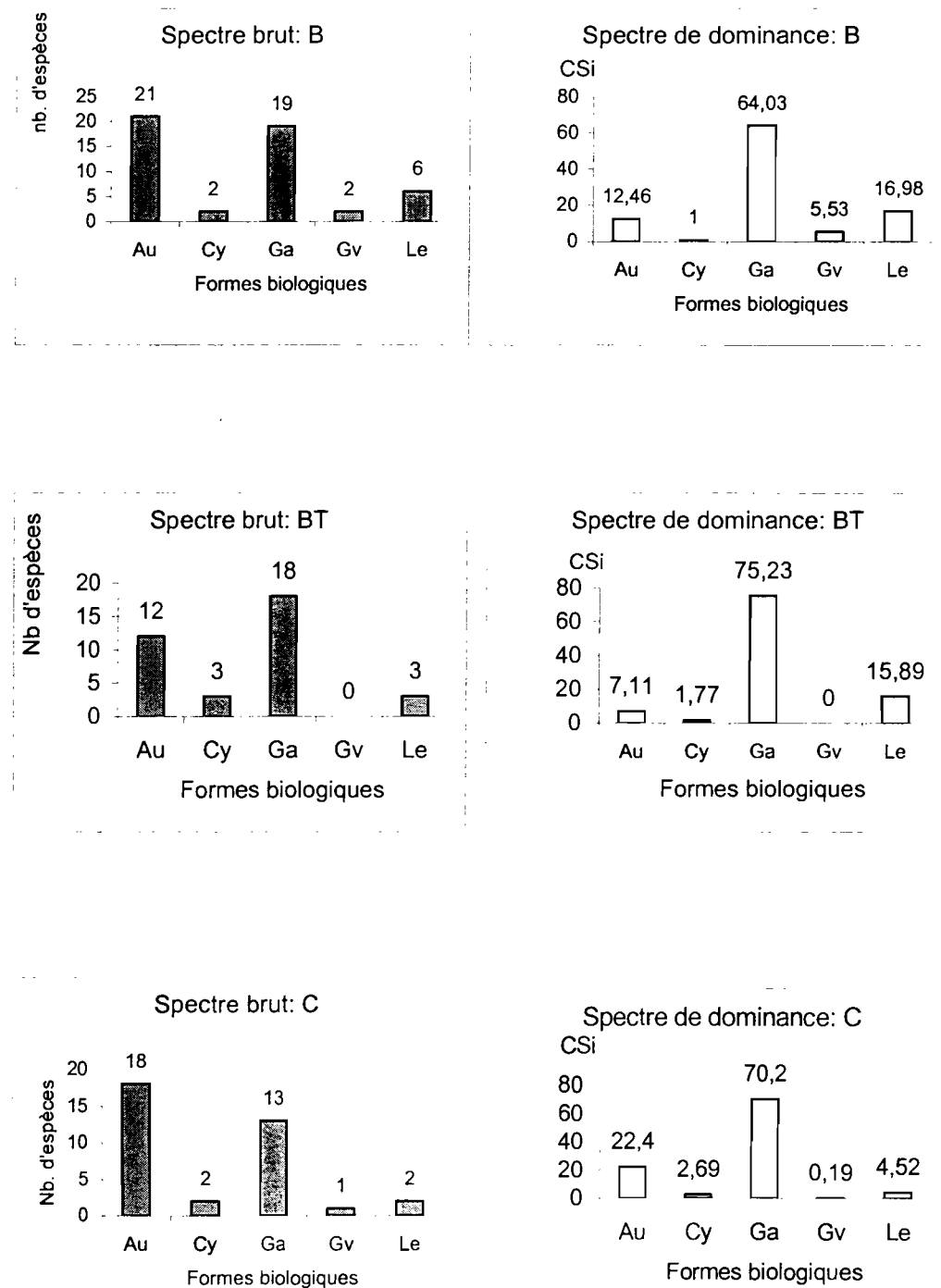
Par ailleurs, la fréquence de certaines graminées à vitesse de germination lente telles que *Panicum laetum*, *Brachiaria spp.*, *Pennisetum pedicellatum* , *Setaria pallide-fusca*, témoigne de bonnes conditions climatiques (**Penning de Vries, 1978**). Cela est aussi confirmé par les bonnes pluviosités enregistrées ces dernières années dans la zone d'étude (cf. Première partie, p.6-7).

Enfin, les résultats révèlent une diversité floristique modeste en référence aux travaux de **Guinko et al. (1990 ; 1991)**, **Zoungrana (1991)**, **Sawadogo (1996)** dans la zone nord soudanienne qui ont abouti à des chiffres autour de 172 espèces recensées.

### III.2.1.2. Structure de la strate herbacée

La figure III.2 présente les spectres floristiques de la strate herbacée des différentes unités de végétation.

**Figure III.2 : spectres brut et de dominance des herbacées des différentes unités**

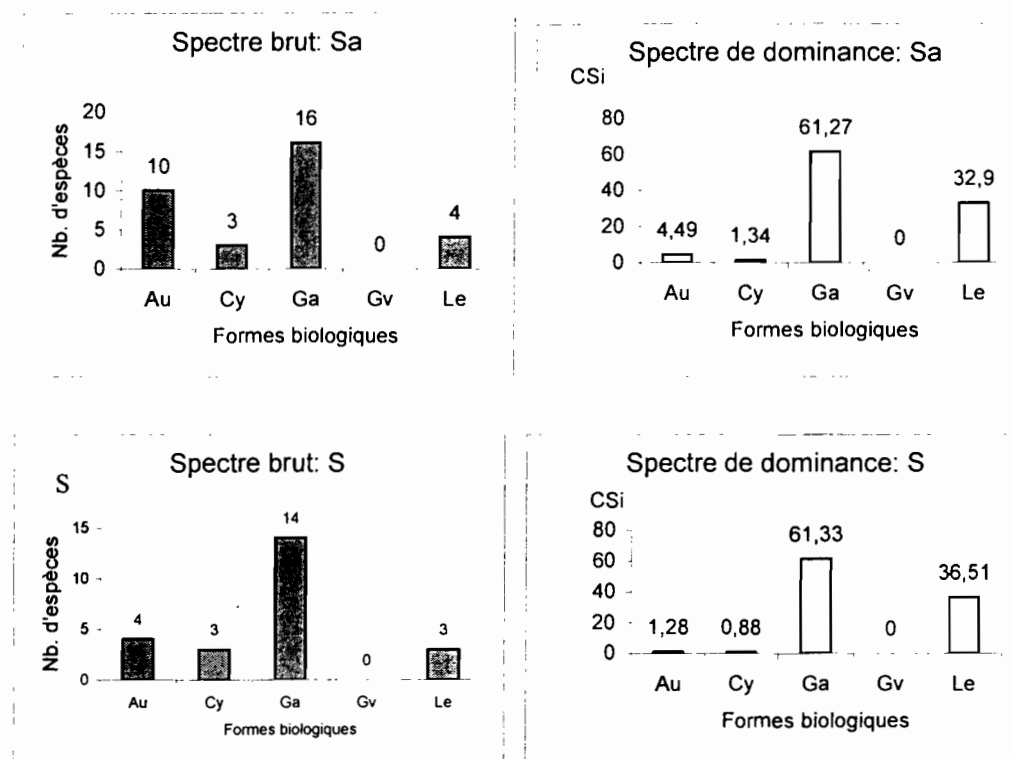


Au : autres espèces Cy : cyperacées Ga : graminées annuelles Gv : graminée vivace

Le : Légumineuses CSi : contribution spécifique Nb : nombre.

B: Bas-fond BT: Brousse tigrée C: Champs Sa: Steppe arbustive S: Steppe arborée.

**(Suite) Figure III.2 : spectres brut et de dominance des herbacées des différentes unités**



L'analyse spectrale de la composition floristique des différentes unités fait ressortir :

– dans le bas-fond une supériorité numérique des diverses autres espèces (Au) avec 21 espèces sur les 48 recensées contre 19 espèces pour les graminées annuelles (Ga) qui représentent numériquement la deuxième forme biologique. Les légumineuses viennent en troisième position avec 6 espèces et les deux dernières formes biologiques sur le plan numérique sont les cypéracées et les graminées vivaces avec chacune 2 espèces. Par contre les plus fortes contributions spécifiques sont enregistrées avec les graminées annuelles qui ont la meilleure contribution d'ensemble avec 64,98%. Elles sont suivies des légumineuses qui participent avec 16,98% contre 12,46% aux diverses autres espèces. Les cypéracées et les graminées pérennes à nombre d'espèces égal présentent des contributions spécifiques respectives de 1 et 5,53% ;

– dans la brousse tigrée la domination numérique des graminées annuelles (Ga) avec 18 espèces sur un total de 36 recensées. Les autres espèces (Au) arrivent juste après avec 12 espèces puis viennent les cypéracées et les légumineuses avec 3 espèces chacune. Les graminées pérennes ne sont pas représentées dans cette unité. Sur le plan de la contribution spécifique, les graminées annuelles viennent toujours en tête (75,23%) suivies successivement par les légumineuses (15,89%), les autres espèces (7,11%) et les cypéracées (1,77%) ;

- dans les champs la supériorité numérique des autres espèces (Au) avec 18 espèces sur 35. Les graminées annuelles ont 13 individus avec 70,2% des contributions spécifiques contre seulement 22,4% pour les autres espèces. Les autres formes biologiques sont faiblement représentées et participent faiblement aussi au recouvrement végétal avec 4,52% ; 2,69% et 0,19% respectivement pour les légumineuses, les cypéracées et les graminées vivaces ;
- au niveau de la steppe arbustive les graminées annuelles sont les plus représentées avec 16 espèces sur les 33 espèces rencontrées. Les autres formes biologiques qui suivent dans l'ordre sont les autres espèces (10), les légumineuses (4) et les cypéracées (3). Les graminées vivaces ne sont pas représentées dans cette unité également. En terme de contribution spécifique les graminées annuelles viennent encore en tête (61,27%) suivies des légumineuses (32,9%), des autres espèces (4,49%) et des cypéracées (1,34%) ;
- enfin, dans la steppe arborée, on note la supériorité numérique des graminées annuelles (14 espèces sur 24) et une absence des graminées vivaces. Les autres formes biologiques faiblement représentées, ont 4 espèces pour les autres espèces, 3 pour les cypéracées et 3 pour les légumineuses. En terme de contribution, les graminées annuelles occupent la première place (61,33%) et les légumineuses viennent seconde position avec plus du tiers des contributions spécifiques (36,51%) dû à seulement 3 représentants. Les autres espèces et les cypéracées participent ensemble à moins de 3% du recouvrement végétal.

On constate la supériorité numérique des autres espèces herbacées (Au) ou phorbes qui représentent globalement 51,39% (37 espèces sur les 72 recensées au total dans l'ensemble des unités). Ce sont les espèces de la famille des Amaranthaceae, des Asteraceae, des Commelinaceae, des Convolvulaceae, des Lamiaceae, des Malvaceae, des Onagraceae, des Portulacaceae, des Rubiaceae, des Scrophulariaceae, des Sterculiaceae ou des Tiliaceae. Ces espèces fournissent un fourrage peu apprécié par le bétail et, par conséquent l'envahissement des pâturages par ces dernières est un signe de leur dégradation en cours (Hoffman, 1985). Les graminées annuelles représentent 35,62%, les légumineuses 8,22% et les cypéracées 5,48% du total des espèces recensées.

Les graminées annuelles sont plus importantes par leur présence (fréquence). Les légumineuses contribuent en moyenne par leur présence à environ 21,36% de la communauté. L'abondance numérique ne reflète pas la participation des différentes formes biologiques au recouvrement de la végétation ; les graminées annuelles prédominent en abondance relative (CS<sub>i</sub>) dans toutes les unités (61,27 à 75,23%).

Ces résultats se rapprochent de ceux de **Grouzis (1979)** dans le Sahel burkinabé. Ce dernier a estimé à environ 20% la contribution à la communauté des légumineuses par leur présence. Il a aussi montré que les graminées constituent 20 à 50% des espèces des différents groupements étudiés.

### III.2.1.3. Espèces productives

Les contributions spécifiques des différentes espèces traduisent le plus souvent leur participation au recouvrement végétal, donc à la biomasse. Les spectres de dominances (cf. figure III.2) montrent la large contribution des graminées annuelles (Ga) dans la constitution du tapis herbacé avec des pourcentages variant de 61,27% à 75,23%. Cela signifie que les graminées annuelles sont non seulement mieux adaptées aux conditions édapho-climatiques, mais également qu'elles établissent une concurrence tendant à étouffer toutes les autres formes biologiques dont les légumineuses ( $4.52 < CS < 36.51$ ), les cypéracées ( $0.88 < CS < 2.69$ ) et les diverses autres espèces ( $1.28 < CS < 22.40$ ). Les graminées vivaces qui sont peu représentées ( $0 < CS < 5.53$ ) souffrent plutôt de conditions climatiques défavorables et de l'exploitation intensive (surpâturage). **Penning De Vries et Djitéye (1991)** font la remarque que selon les zones écologiques la contribution à la biomasse maximale herbacée varierait en fonction des formes biologiques mais qu'en zones arides les graminées annuelles présentent en moyenne les meilleures contributions. Mais il faut signaler qu'il n'y a rien dans le contenu du recouvrement qui doit faire ressortir le pourcentage de sol nu et de sol couvert par la végétation herbacée.

Le tableau III.2 récapitule les espèces productives par unité de végétation.

Tableau III.2 : « espèces productives » suivant l'unité de végétation

Unités	« Espèces productives »	CS <sub>i</sub>
Bas-fonds	<i>Panicum laetum</i>	10,23
	<i>Digitaria horizontalis</i>	8,40
	<i>Eragrostis aspera</i>	8,40
	<i>Cassia mimosoïdes</i>	8,27
	<i>Setaria pallide-fusca</i>	8,10
	<i>Borreria filifolia</i>	6,62
	<i>Andropogon gayanus</i>	5,53
Brousse tigrée	<i>Microchloa indica</i>	30,40
	<i>Panicum laetum</i>	14,13
	<i>Zornia glochidiata</i>	13,68
	<i>Setaria pallide-fusca</i>	7,62
Champs	<i>Digitaria horizontalis</i>	22,86
	<i>Eragrostis tremula</i>	33,62
	<i>Ludwigia sp</i>	6,63
Steppe arbustive	<i>Zornia glochidiata</i>	29,16
	<i>Brachiaria sp</i>	21,82
	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	8,45
	<i>Aristida adscensionis</i>	6,99
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5,93
Steppe arborée	<i>Zornia glochidiata</i>	28,69
	<i>Brachiaria sp</i>	17,97
	<i>Panicum laetum</i>	9,43
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	8,78
	<i>Cassia torra</i>	7,74
	<i>Microchloa indica</i>	6,37

On appelle “ espèces productrices ” les espèces dont les contributions spécifiques sont supérieures à 5% (Sawadogo, 1996). Leur nombre varie de 3 pour les champs à 7 pour les bas-fonds. Ces espèces sont celles qui contribuent de manière significative au recouvrement et à la phytomasse herbacée. On remarque que dans toutes les unités elles sont essentiellement représentées par des graminées annuelles, mais il y a aussi au moins une espèce légumineuse parmi celles-ci sauf dans les champs. On constate également qu'aucune cypéracée n'est productrice alors qu'une seule graminée pérenne est productrice et se retrouve dans les bas-fonds (*Andropogon gayanus* avec 5.53%).

Cependant, il convient de relativiser cette notion d'espèces productives dans la mesure où la contribution spécifique ne traduit pas forcément la production. En effet, une espèce peut avoir une contribution spécifique élevée mais sa participation à la production de phytomasse demeure faible. C'est le cas par exemple le cas de l'espèce *Microchloa indica* dont la contribution spécifique est forte (30.40%) dans la brousse tigrée mais elle contribue faiblement à la production.



### III.2.1.4. Valeur pastorale brute ( V.P<sub>B</sub> )

La valeur pastorale qui est un paramètre caractéristique de la valeur des pâturages, indique la proportion des espèces appréciées dans le cortège floristique de ces derniers. Le tableau III.3. nous donne les valeurs pastorales brutes des unités étudiées.

**Tableau III.3 : Valeurs pastorales brutes (VP<sub>B</sub> %) des différentes unités de pâturages**

Unités	Bas-fond	Brousse tigrée	Champs	Steppe arbustive	Steppe arborée
VP <sub>b</sub> (%)	70	57,82	66,8	78,45	74,73

On constate une variation de la valeur pastorale suivant les types d'unité de végétation. La steppe arbustive présente la valeur pastorale la plus élevée avec 78,45%. A l'opposé la brousse tigrée enregistre la plus faible valeur pastorale avec 57,82%. La steppe arborée et le bas-fond présentent respectivement des valeurs pastorales de 74,73% et 70%.

La détermination de la valeur pastorale est un élément important dans toute évaluation de pâturage même si l'on s'accorde avec **Akpo et Grouzis (2000)** pour dire que la qualité d'un pâturage est déterminée par le taux en éléments nutritifs et la digestibilité du matériel végétal produit. La valeur pastorale est d'abord tributaire des espèces rencontrées dans le tapis herbacé. Ces espèces se distinguent en quatre groupes ; les espèces de bonnes, moyennes, faibles et sans valeurs pastorales. Les espèces sans valeur pastorale sont celles dont l'indice de qualité est nul ( $I_s=0$ ). Selon **Akpo et al. (2004)** le fourrage produit par ces espèces peut être ingéré par l'animal mais ce dernier en tirera très peu de profit. Ce sont des espèces de faibles recouvrements. Dans la brousse tigrée, elles ont une part de représentation importante dans la flore recensée (27,77%). De plus, cette unité enregistre des contributions spécifiques élevées d'espèces de faibles valeurs pastorales telles que *Microchloa indica* (30%) et *Setaria pallide-fusca* (7.62%). Ce qui fait qu'elle présente une valeur pastorale plus faible que les autres unités. La steppe arbustive enregistre plutôt des participations importantes au recouvrement d'espèces de bonnes et de moyennes valeurs pastorales comme *Zornia glochidiata* (29.16%), *Brachiaria* sp (21,82%), *Schoenefeldia gracilis* (8,45%), *Aristida adscensionis* (6,99%) et *Dactyloctenium aegyptium* (5,93%). Il existe aussi une faible représentativité des espèces sans valeur pastorale dans la steppe arbustive, environ 15,15%.

Les résultats obtenus se rapprochent de ceux obtenus par **Akpo et Grouzis (2000)** dans des formations steppiques du Sahel sénégalais. Ils ont obtenu des valeurs pastorales variant de 60,1 à 69,9% pour les herbages sous couvert ligneux et de 70,4 à 80,6% pour les herbages hors couvert ligneux. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que les nôtres à

l'exception de la brousse tigrée. Cependant, il convient de nuancer la valeur pastorale des champs car elle ne tient pas compte des résidus de culture.

Par ailleurs, **Daget et Godron (1995)** estiment qu'une valeur pastorale de 65% caractérisent une bonne végétation. Selon cette estimation la végétation de toutes les unités est bonne sauf celle de la brousse tigrée qui peut être considérée comme un mauvais pâturage. Cela confirme l'assertion de **Zoungana (1991)** selon laquelle la brousse tigrée a un faible intérêt pastoral. Cependant, la brousse tigrée présente une forte potentialité ligneuse dont l'intérêt pastoral est sans nul doute important.

### III.2.2. Strate ligneuse

#### III.2.2.1. Composition floristique

La liste floristique obtenue comprend quarante deux (42) espèces réparties entre vingt huit genres (28) regroupés dans dix sept (17) familles. Les familles les plus représentées sont respectivement celles des Mimosaceae avec 19,51%, des Caparridaceae avec 14,63%, des Combretaceae avec 12,19% et des Tiliaceae avec 9,76%. Les résultats plus détaillés sont présentés en annexes 8 et 9. Le tableau III.4 récapitule les effectifs des espèces recensées et les espèces dominantes par type d'unité

**Tableau III.4 : Effectifs des espèces recensées et espèces dominantes par unité de végétation**

Unités de végétation	Effectifs des espèces recensées	Espèces dominantes	Contribution (%)
<b>Bas-fond</b>	35	<i>Guiera senegalensis</i>	46,91
		<i>Combretum micranthum</i>	17,89
		<i>Balanites aegyptiaca</i>	13,32
		<i>Combretum aculeatum</i>	9,99
<b>Brousse tigrée</b>	25	<i>Pterocarpus lucens</i>	28,71
		<i>Combretum micranthum</i>	15,79
		<i>Boscia senegalensis</i>	14,36
		<i>Grewia flavescens</i>	13,36
<b>Steppe arbustive</b>	15	<i>Balanites aegyptiaca</i>	61,71
		<i>Acacia nilotica</i>	10,36
		<i>Guiera senegalensis</i>	9,01
<b>Steppe arborée</b>	27	<i>Acacia senegal</i>	21,28
		<i>Boscia senegalensis</i>	17,99
		<i>Balanites aegyptiaca</i>	9,48
		<i>Pterocarpus lucens</i>	8,70

Les bas-fonds possèdent la plus grande richesse floristique avec trente cinq (35) espèces dont les quatre principales constituent 88,11% du peuplement . Les brousses tigrées et les steppes arborées sont moins diversifiées avec respectivement vingt cinq (25) et vingt sept (27) espèces. C'est au niveau des steppes arbustives que l'on retrouve la plus faible diversité floristique avec seulement quatorze (14) espèces et dont, la principale espèce, *Balanites aegyptiaca* contribue à 61,71% du peuplement.

Ces différences de diversités floristiques peuvent trouver leurs explications dans les variations des conditions écologiques (facteurs édaphiques, gradient d'humidité, profondeur du sol, ...) d'une unité à l'autre , mais également dans la pression anthropique sans cesse croissante dans la zone. En effet, les steppes arbustives constituent les milieux les plus exposés à l'action anthropique, où la strate ligneuse est l'objet de perturbations diverses causées par les animaux et les hommes (broutage, élagage, défrichage). C'est ce qui justifie donc leur pauvreté spécifique. Par ailleurs, la compacité des sols dans les brousses tigrées et leur nature lessivée, de plus en plus observée aussi dans les steppes arborées , sont préjudiciables à l'épanouissement d'une multitude d'espèces.

En outre, la péjoration climatique (**BUNASOLS, 2002**) ayant pour corollaires l'épuisement des nappes superficielles entraînant la mort des ligneux par vagues successives des situations topographiques hautes vers les basses , peut être à l'origine de la disparition ou

de la réduction de la niche de certaines espèces ; ce phénomène s'exerçant en faveur des dépressions ou des bas-fonds. Cela explique en partie la grande hétérogénéité spécifique de ces derniers.

### III.2.2.2. Spectre d'appétibilité

Le spectre d'appétibilité permet de connaître dans une population ligneuse les proportions relatives des espèces qui sont très appréciées (TA), appréciées (A), peu appréciées (PA) ou non appréciées (NA).

Nous avons catégorisé les différentes espèces grâce aux observations du comportement alimentaire des animaux sur les pâturages extensifs de la zone et, aussi, grâce aux enquêtes menées auprès des éleveurs. Les organes appréciés sont les feuilles, les fleurs, les fruits/gousses et d'autres organes végétaux (écorce, gomme).

Les spectres d'appétibilités des différentes unités et de la zone pour les espèces ligneuses sont présentés dans le tableau III.5. On retrouve ces résultats plus détaillés en annexe 8.

**Tableau III.5 : Spectres d'appétibilités (en % du nombre d'espèces) des espèces ligneuses par unité de pâturage**

Appétibilité	Bas-fond	Brousse tigrée	Steppe arbustive	Steppe arborée	Zone
TA	62,86%	80%	71,42%	74,08%	61,90%
A	8,57%	4%	14,29%	11,11%	11,90%
PA	22%	16%	0%	11,11%	16,67%
NA	5,71%	0%	14,29	3,70%	9,52%

TA : Très Appétée  
A : Appétée

PA : Peu Appétée  
NA : Non Appétée

On note que les brousses tigrées, les steppes arborées et les steppes arbustives offrent les meilleures proportions d'espèces ligneuses appréciées (TA+A) avec successivement 84% ; 85,19% et 85,71%. Les bas-fonds montrent la plus grande proportion d'espèces non appréciées ou peu appréciées avec 27,71%. Parmi ces espèces, on peut citer des espèces à forte contribution spécifique telle que *Combretum micranthum* (17,89%), à contribution moyenne comme *Anogeisus leiocarpus* et *Combretum glutinosum*.

La figure III.3 offre une vue du spectre d'appétibilité des espèces ligneuses pour l'ensemble des sites étudiés. Dans l'ensemble, 73% des espèces sont appréciées contre 27% peu appréciées ou non appréciées. Cette proportion élevée d'espèces ligneuses consommées est caractéristique des zones semi-arides à caprice climatique marqué et, où la saison sèche est long (8 à 10mois). Ces conditions font que les ligneux sont consommés, d'une part, pour compenser

le déficit nutritif du fourrage herbacé (apports protéiques et minéraux) et cela sur une courte période (4 à 5 mois) où le disponible fourrager est important, d'autre part, pour assurer la ``survie i.e. apports énergétiques, protéiques et minéraux, sur une longue période où le choix alimentaire est faible à cause de la forte réduction du disponible fourrager.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par **Wittig et Guinko (1995)** dans le Sahel burkinabé qui sont de 59% d'espèces appréciées contre 41% non appréciées. Cependant, nous observons une divergence avec les résultats obtenus par **Doukom (2000)** en zone soudano-sahélienne . Il a trouvé 46% d'espèces appréciées contre 53% d'espèces peu appréciées. Cette divergence tient du fait que ce dernier a enregistré de fortes dominances (8 à 66%) d'espèces peu appréciées ou non appréciées telles que *Combretum micranthum* , *Combretum nigricans*, dans la végétation des différentes unités étudiées.

**Figure III.3 : Spectre d'appétibilité (%) des ligneux de la zone**



### III.2.2.3. Densité du peuplement

Les valeurs des densités moyennes en nombre de pieds à l'hectare sont enregistrées dans le tableau III.6.

**Tableau III.6 : densité du peuplement ligneux en N/ha dans les différentes unités**

Unités Classes	Bas-fond		Brousse tigrée		Steppe arbustive		Steppe arborée	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
H < 1m	241	22,9%	917	57%	113	50,9%	412	80%
1m<H<3m	615	58,5%	410	26%	85	38,3%	59	11%
3m<H<5m	166	15,8%	213	13%	21	9,5%	35	6,8
5m<H<7m	21	2%	47	3%	3	1,3%	10	2%
H > 7m	8	0,8%	15	1%	0	0%	1	0,2%
<b>Total</b>	<b>1051</b>		<b>1602</b>		<b>222</b>		<b>517</b>	

*N/ha* : nombre de pieds à l'hectare ; *H* : hauteur

La densité à l'hectare varie de 222 à 1602 individus. Les plus fortes densités sont enregistrées dans les brousses tigrées et dans les bas-fonds avec respectivement 1602 et 1051N/ha. Nous avons obtenu les plus faibles densités au niveau des steppes arbustives et des steppes arborées qui présentent respectivement 222 et 517N/ha. Ces faibles densités témoignent d'une pression anthropique accrue sur les ressources, mais aussi des conditions écologiques et édaphiques. La répartition des individus en fonction de la hauteur montrent que la grande majorité des individus se retrouve dans les deux premières classes de hauteur ( $H < 1\text{m}$  et  $1\text{m} < H < 3\text{m}$ ). Ces dernières abritent dans toutes les unités plus de 80% de la population ligneuse. Cela traduit l'importance de jeunes individus mais également le port souvent rabougri de certains individus lié au broutage répété. Ce dernier aspect concerne généralement les espèces les plus appréciées telles que *Balanites aegyptiaca*, *Pterocarpus lucens*, *Acacia senegal* et *Maerua crassifolia*. Ce même constat a été fait par **Zoungrana (1991)** sur les pâturages dunaires sahéliens dans la région d'Oursi.

**Grouzis (1979)** a trouvé au Sahel des densités à l'hectare beaucoup plus faibles que les nôtres. Ces densités allaient de 44 individus sur les dunes à 630 individus sur les sols hydromorphes des formations complexes herbacées et ligneux bas. Cet écart entre les résultats est le fait de la spécificité de l'aridité beaucoup plus marquée au nord qu'au sud dans la zone sahélienne.

#### III.2.2.4. Dynamique de la végétation: capacité de régénération et taux de mortalité

Nous avons apprécié la capacité de régénération de la strate ligneuse des formations végétales étudiées à travers le calcul du taux de régénération qui prend en compte, dans ce cas-ci, le nombre d'individus dont la taille est inférieure à 1m (**Traoré, 2002**). Ce paramètre permet d'entrevoir la possibilité, pour une formation végétale donnée, à se reconstituer, en ce qui concerne les formations dégradées ou à évoluer vers une formation forestière dans le cas contraire.

La mortalité est appréciée à travers le dénombrement des individus morts sur chaque surface échantillonnée, ce qui permet de calculer le taux de mortalité. Le tableau III.7 présente les paramètres dynamique du peuplement ligneux.

**Tableau III.7 : paramètres dynamique de la végétation**

Paramètres	Unité de végétation							
	Bas-fond		Brousses tigrée		Steppe arbustive		Steppe arborée	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
<b>TR</b>	241	46,3	917	55,9	113	50,7	412	78,2
<b>M</b>	3	0,6	39	2,4	1	0,4	10	1,9
<b>D</b>	238	45,7	878	53,5	112	50,3	402	76,3

**TR** : Taux de régénération ;

**M** : Taux de mortalité ;

**D** : Dynamique.

**Remarque** : Les taux de régénération (TR) et de mortalité (M) sont exprimés en % de l'effectif total des individus (vivants et morts) du site.

Les taux de régénération varient de 46,3 à 78,2% respectivement dans les bas-fonds et dans les steppes arborées. Les brousses tigrées et les steppes arbustives ont des taux de régénération moyens avec 55,9 et 50,7% respectivement. D'une façon générale, le pouvoir de régénération des formations étudiées est moyen. Des facteurs intrinsèques et extrinsèques aux différentes unités peuvent expliquer ces résultats. Le plus souvent, les animaux assurent la dissémination des semences par zoochorie (Daget et Godron, 1995). Au niveau des bas-fonds qui présentent le plus faible taux de régénération, on constate des conditions favorables de stationnement de l'eau, ce qui peut à court terme favoriser la régénération par la germination des semis, mais à long terme on pourra avoir le pourrissement des semences inhibant ainsi la régénération naturelle. De plus, il faut aussi noter que dans cette entité le développement important de la strate herbacée établit une compétition interspécifique entre cette strate et les repousses de la strate ligneuse. Dans les brousses tigrées où le ruissellement est important, il y aurait un emportement des graines, mais ce phénomène est en partie freiné par la relative grande densité des ligneux qui vont jouer un effet d'écran grâce à leurs racines retenant ainsi certaines graines. Dans les steppes arborées de meilleures conditions de fixation des graines (sols sableux entraînant l'enfouissement, surface plate du sol) permettent leur germination.

Ces taux de régénération concernent essentiellement les espèces d'abord dans les brousses, ensuite dans les steppes arborées, puis dans les steppes arbustives et les bas-fonds.

Le tableau III.7 révèle une tendance évolutive du peuplement ligneux qui dénote une reconstitution naturelle de la végétation grâce à la régénération naturelle. Cela se traduit par une dynamique (ou différence entre le taux de régénération et le taux de mortalité) positive dans toutes les unités. Elle varie de 45,7 à 76,3% respectivement dans les bas-fonds et les

steppes arborées. On enregistre des performances moyennes en ce qui concerne les brousses tigrées et les steppes arbustives avec 53,5 et 50,3% respectivement. Cependant, il convient de souligner qu'une pression animale trop forte empêche le développement des repousses ce qui ne permettrait pas une reconstitution naturelle des formations mais leur dégradation progressive.

Par ailleurs, des taux de mortalité élevés (2,4% et 2% respectivement) sont enregistrés dans les brousses tigrées et les steppes arbustives à arborées. Ces unités occupent le plus souvent des positions topographiques hautes. Dans le cas particulier de la brousse tigrée la baisse du niveau des eaux souterraines (**Boudet, 1991**) due à la péjoration climatique peut être incriminée.

### III.2.2.5. Taux de recouvrement (R%)

Le tableau III.8 récapitule les taux de recouvrement moyens du peuplement ligneux des différentes unités par classe de hauteur.

**Tableau III.8 : Taux de recouvrement moyens par hectare de la population ligneuse des différentes unités**

Unités Classes	Bas-fond	Brousse tigrée	Steppe arbustive	Steppe arborée
H<1m	1,04±0,48	0,49±0,64	0,71±0,74	3,89±4,38
1m<H<3m	29,79±15,89	13,01±7,03	3,61±1,67	4,32±2,09
3m<H<5m	21,87±5,33	25,73±12,96	2,79±0,56	7,53±2,58
5m<H<7m	8,67±1,56	30,92±3,71	0,80±0,18	4,13±1,35
H>7m	6,37±1,56	12,17±1,18	–	0,67±0,13
<b>Total</b>	<b>67,74±5,12</b>	<b>82,32±5,22</b>	<b>7,91±0,79</b>	<b>20,55±2,11</b>

**NB.** : Les taux de recouvrement sont exprimés en pourcentage de la surface totale de la placette.

Les brousses tigrées et les bas-fonds ont les meilleurs taux de couverture ligneuse de la surface du sol avec respectivement 82,32% et 67,74%. Cela est lié à leur environnement plus favorable : conditions édapho-climatiques et anthropiques favorables. En effet, ces unités du fait de leur structure et leur environnement sont beaucoup plus à l'abri des actions anthropozoogènes (coupes anarchiques du bois, émondage). Par contre les faibles couvertures végétales qui sont observées sur les steppes arborées et arbustives se justifient surtout par des facteurs anthropiques et environnementaux (facteurs édaphiques). Le taux de recouvrement est donc variable. Il existe une relation entre ce dernier et la biomasse foliaire ligneuse. Selon **Ouédraogo (1998)** cet état de fait rend délicate l'évaluation de la biomasse foliaire ligneuse dans les régions semi-arides et arides car le taux de recouvrement est dépendant de la pluviométrie moyenne, des facteurs édaphiques et anthropiques. Les taux de

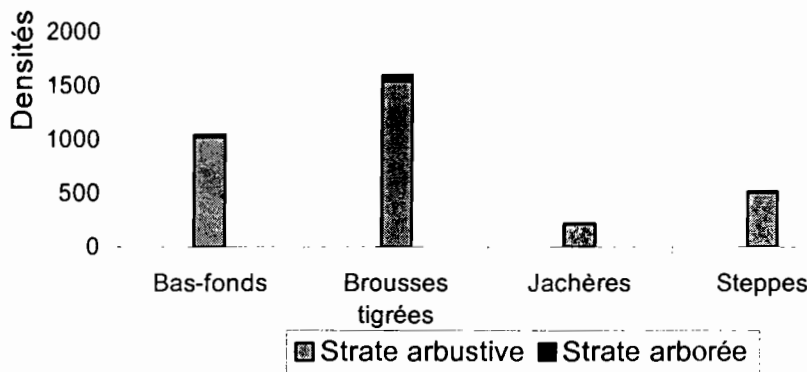


recouvrement élevés augurent d'une bonne production de biomasse foliaire dans les brousses tigrées et les bas-fonds. Cependant, compte tenu de la particularité de la brousse tigrée où les arbres s'enchevêtrent formant les fourrés intercoupés de plages nues, il convient de relativiser leur recouvrement.

#### III.2.2.6. Stratification de la végétation

La figure III.4 indique la stratification de la végétation au niveau de chaque unité

**Figure III.4 : stratification du peuplement ligneux des unités de végétation**



Ces résultats montrent que la nette domination de la strate arbustive (Hauteur < 5m) au détriment de la strate arborée (Hauteur > 5m) qui est très réduite voire presque inexistante dans les différentes unités de végétation. Les conditions spécifiques de l'aridité au Sahel (Grouzis, 1979) imposent une adaptation particulière des espèces ligneuses qui sont des arbustes épineux. La strate arborée est généralement représentée par des espèces ubiquistes soudaniennes (*Anogeisus leiocarpus*, *Combretum glutinosum*, *Acacia macrostachya*) qu'on retrouve principalement dans les bas-fonds et les brousses tigrées à cause des conditions écologiques plus favorables dans ces unités. Cependant, cette strate arborée exprime son importance au niveau de la formation végétale par sa contribution significative (22,20% et 52,34% respectivement dans les bas-fonds et les brousses tigrées) au recouvrement végétal du sol.

### III.3. EVALUATION DE LA PRODUCTION DE BIOMASSE HERBACEE ET DES RESIDUS DE CULTURE

#### III.3.1. Dynamique de la production herbacée

La dynamique de la production herbacée a été appréciée par des mesures régulières par décade de biomasse épigée à partir du stade optimum de végétation. Ces mesures se sont étalées d'octobre à décembre ou janvier suivant le type de pâturage.

Le tableau III.9 donne la production moyenne de biomasse herbacée (g MS/m<sup>2</sup>) des différentes unités étudiées en fonction du temps.

**Tableau III.9 : Productions de biomasse herbacée (en kg MS/ha) des pâturages en fonction du temps**

Pâturages	Octobre		Novembre			Décembre			Janvier		
<b>Bas-fonds</b>	3492,8b ±227,5	2460,7b ±381,1	2236,21b ±322,4	2252,6ab ±317,8	2125,9a ±333,9	1810,1a ±211,4	1530,2a ±155,6	1414,7a ±145,7	987,0bc ±113,3	913,1 bc ±79,5	835,7 bc ±108,1
<b>Steppe herbeuse</b>	1958,2bc ±128,0	1868,6bc ±168,3	1711,2bc ±156,6	1605,7bc ±101,5	1508,2abc ±77,2	1371,5a ±43,4	1229,5a ±48,9	1207,8a ±103,2	496,0b ±70,7	463,4b ±67,2	330,3b ±50,7
<b>Steppe arbustive</b>	1609,2bd ±192,7	1063,0b ±156,5	1254,5bd ±175,8	644,1ac ±147,5	467,0a ±78,0	464,3a ±73,6	434,8a ±77,6	279,0a ±52,3	-	-	-
<b>Brousse tigrée</b>	741,3b ±51,4	507,8a ±26,8	386,1a ±58,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Champs</b>	-	-	1288,9bd ±83,5	1213,1be ±79,4	1064,2b ±57,4	1005,8a ±41,0	554,3bc ±23,1	-	-	-	-

Les moyennes portant des lettres distinctes sont significativement différentes selon le test de Turkey ( $p < 0,05$ ).

#### \* Bas-fond

Avec une production optimale de  $3492,8 \pm 227,5$  kg MS/ha c'est l'unité la plus productive. La biomasse résiduelle est de 835,7 kg MS/ha en fin janvier et on note à cette époque un taux de disparition de la biomasse de 76,07% soit une vitesse de 22,1 kg MS/ha/j. On relève une différence significative entre la production optimale et la production de la fin novembre qui est aussi significativement différente de la biomasse résiduelle de début janvier. Le taux de disparition est de 60,69% entre la fin de novembre et le début janvier et 39,13% entre octobre et novembre. Ce qui implique que la biomasse épigée se perd beaucoup plus rapidement à partir de fin novembre.

#### \* Steppe arbustive

Sa production de biomasse vient en deuxième position après celle des bas-fonds avec une biomasse maximale de  $1958,2 \pm 128,0$  kg MS/ha. La biomasse résiduelle en fin janvier est de 330,3 kg MS/ha correspondant à un taux de disparition de 83,13% soit une vitesse de 13,6 kg MS/ha/j. Par ailleurs, Il existe une différence significative entre la production optimale et la biomasse résiduelle à la fin novembre qui diffère significativement de la biomasse résiduelle observée en début janvier. Les taux de disparition sont respectivement de 22,98% et 67,11% pour la période d'octobre à fin novembre et celle de fin novembre à début janvier. La biomasse se perd toujours plus rapidement à partir de la fin du mois de novembre.

#### **\* Steppe arborée**

Elle vient en troisième position après les bas-fonds et les steppes arbustives en matière de production de biomasse épiquée. La production optimale enregistrée sur cette unité est de  $1609,2 \pm 192,7$  kg MS/ha. La biomasse résiduelle à la fin des mesures en fin décembre est de 279,0 kg MS/ha, ce qui équivaut à un taux de disparition de la phytomasse de 82,88% soit une vitesse de disparition de 11,7 kg MS/ha/j. La production varie significativement à la mi-novembre où la biomasse résiduelle est de 644,1 kg MS/ha, le taux de disparition est de 55,57%. Cela signifie que sur cette unité en moins de 2 mois plus de la moitié du stock maximal de biomasse épiquée a disparu. Il faut noter que sur cette unité l'espèce *Cassia obtusifolia* qui est une légumineuse à forte productivité contribue énormément à la production de phytomasse. Mais cette plante dès son assèchement est très vite réduite en litière à cause de l'attaque des termites qui rongent la base de la plante. Elle tombe alors avec la poussée des vents de l'harmattan.

#### **\* Brousse tigrée**

Elle enregistre les plus faibles production de biomasse épiquée avec un maximum de  $741,3 \pm 51,4$  kgMS/ha. La biomasse résiduelle en novembre est de 386,1 kgMS/ha, ce qui correspond à un taux de disparition de 77,57% soit une vitesse de 11,7 kgMS/ha/j. A cette époque la biomasse épiquée ne représente plus que 12,43% de l'optimum observé.

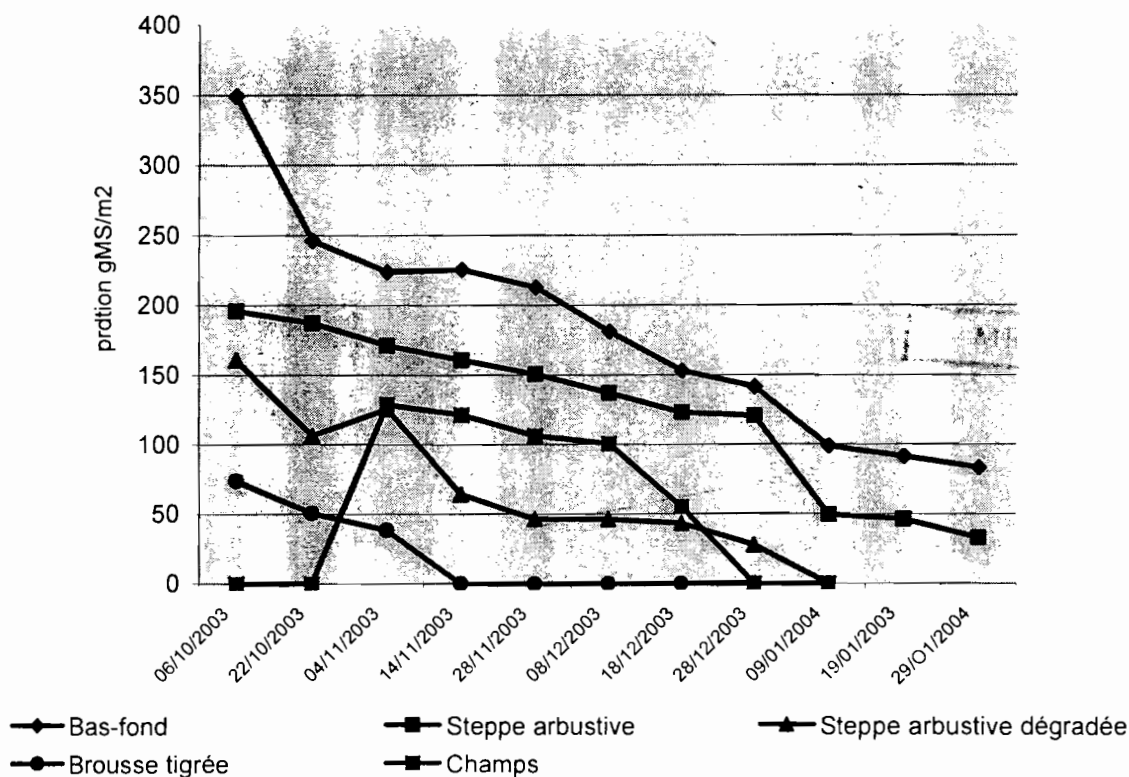
Il faut remarquer ici que l'arrêt précoce des mesures de biomasse au bout de 1 mois est lié à la réduction importante de la biomasse sur pied. Notons que cette unité est très exploitée en saison pluvieuse où les bergers installent leurs campements pour s'éloigner des zones de culture. L'herbe est alors continuellement broutée d'où la faible production observée.

### \* Les champs

Les mesures de biomasse dans les champs ont commencé un plus tard en début novembre c'est-à-dire juste après la fin des récoltes. La biomasse optimale de 1288,9 kgMS/ha, est obtenue en cette période. La vitesse de disparition de la biomasse épigée entre le début novembre et le 18 décembre 2003 équivaut à 18,4 kgMS/ha/j soit un taux de disparition de 57%. La disparition de cette biomasse est essentiellement liée à la consommation des animaux (bovins, ovins) qui sont laissés dans les champs par les bergers. La biomasse épigée en décembre représente 43% de celle de novembre.

D'une manière générale la dynamique saisonnière de biomasse herbacée se traduit par une baisse continue de biomasse plus marquée sur certains types de pâturage que d'autres (figure III.5)

**Figure III.5 : Courbes d'évolution de la biomasse herbacée en fonction du temps**



Les courbes d'évolution de la biomasse ont la même allure générale qui est une décroissance de la biomasse sur pied. Cette disparition de matière correspond aux pertes diverses dues essentiellement aux prélèvements des animaux domestiques, à la sénescence

des plantes herbacées, annuelles pour la plupart. Il y a également les pertes occasionnées par le vent et la consommation primaire des termites ou autres insectes.

### - Discussion

La plus forte biomasse optimale sur pied est obtenue dans les bas-fonds ( $3492,8 \pm 227,5$  kgMS/ha). Ensuite viennent les steppes arbustives, les steppes arborées et les brousses tigrées avec respectivement  $1958,2 \pm 128,0$ ,  $1609,2 \pm 192,7$  et  $741,3 \pm 51,4$  kgMS/ha. Ces résultats s'expliquent par la structure de la strate herbacée dans les différentes unités. En effet, dans les bas-fonds qui présentent les plus fortes productions on enregistre parmi les espèces qui participent au recouvrement végétal des espèces à forte production de biomasse. Ces espèces sont *Andropogon gayanus* (5,53%), *Borreria filifolia* (6,62%) et *Cassia mimosoides* (8,27%). De plus le pourcentage de sol nu dans cette unité avoisine 0. Par contre dans les autres unités on remarque de fortes contributions spécifiques de graminées annuelles à moyenne ou faible production de biomasse (*Panicum laetum*, *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria sp* et *Dactyloctenium aegyptium*) et de *Zornia glochidiata* qui est une légumineuse à moyenne production. Mais signalons dans le cas particulier de *Z. glochidiata* qu'elle a été attaquée par des vers qui ont considérablement réduit sa production. La situation dans les brousses tigrées est plus remarquable avec l'espèce *Microchloa indica* qui est une graminée à très faible production de biomasse.

Ces résultats obtenus pour une pluviosité moyenne annuelle (2003) de 520,6mm sont comparables à ceux trouvés par **Ouédraogo (1998)** dans la zone sahélienne sous une pluviosité de 532,2mm d'eau. Il a obtenu dans les dépressions la plus forte biomasse qui variait de 2020,5 kgMS/ha à 3281,8 kgMS/ha. Pour les pâturage de glacis et d'ensablement il a obtenu respectivement 1463,5 kgMS/ha et 385,8 kgMS/ha. Les différences observées peuvent tenir de la nature des espèces participant au recouvrement végétal et des facteurs édaphiques (teneur du sol en éléments nutritifs, structure et texture du sol, ...).

**Zougrana (1991)** conclut que les plus fortes productions de biomasse sont exprimées dans les stations humides sahéliennes (mares et impluviums) suivies des zones sableuses drainées et enfin viennent les sols argileux temporairement hydromorphes et les glacis limono-argileux compacts mal drainés. Cette conclusion se confirme également avec nos résultats.

Pour la valeur de la biomasse maximale obtenue pour les champs (1288,9 kgMS/ha), il est évident qu'elle ne correspond pas au sens strict à la production optimale. Les champs offrent une phytomasse herbacée spontanée moins importante que celle des parcours

naturelles en raison du désherbage. Cependant, les repousses occasionnées par le désherbage présentent un cycle végétatif plus étalé dans le temps. Cela justifie le fait que les champs présente une verdoyance plus tardive et constituent un pâturage de choix pour les éleveurs après la récolte non seulement pour les résidus de culture, mais aussi pour l'herbe qui s'y trouve. En ce moment les champs sont utilisés de façon intensive en raison de la baisse de la qualité de l'herbe des parcours naturels.

Par ailleurs en tenant compte du critère de diminution de la biomasse épigée au mois de janvier, l'examen des courbes d'évolution en fonction du temps fait ressortir une disparition rapide de la biomasse épigée. Cette évolution est d'autant plus rapide que la production annuelle de l'unité considérée est faible (brousse tigrée, champs et steppe arborée). Ce constat, mis en relation avec le suivi des troupeaux, permet de comprendre les faits. En effet, en saison pluvieuse les pâturages les plus fréquentés par les troupeaux d'animaux sont ceux de brousse tigrée et de steppe arboré et, les champs constituent à priori les pâturages de saison post récolte. De plus, l'installation des campements des bergers pendant les saisons pluvieuse et post récolte à proximité ou dans ces unités occasionne une charge animale instantanée élevée et, par conséquent l'épuisement rapide du disponible fourrager herbacé d'autant plus que cette production n'est pas élevée en raison de la compacité du sol, de la présence de sol nu, de la composition floristique avec abondance de *Microchloa indica* à biomasse très faible surtout dans la brousse tigrée. Ces diverses raisons expliquent la disparition rapide de la biomasse sur les pâturage. Nous avons également constaté sur certains de nos sites qui sont en occurrence les bas-fonds des prélèvements humains (fauche et conservation du fourrage ou coupe d'*Andropogon gayanus* pour la confection de seccos). Cependant, il convient de souligner que la brousse tigrée, qui a une faible production fourragère herbacée, possède une forte potentialité pour le fourrage ligneux (1602 individus/ha) dont la production n'a pas été évaluée mais qui contribue largement à l'enrichissement de cette unité de pâturage.

Par ailleurs, le rythme de disparition de la biomasse est beaucoup plus élevé que ceux de travaux antérieurs effectués au Sahel. **Grouzis (1979)** a trouvé dans le Sahel burkinabé des pourcentages de disparition de la biomasse sur pied en janvier par rapport au maximum observé en octobre variant de 24 à 72,6% respectivement dans le bas-fond et les formations de microbuttes sableuses et de microdépressions. Les stations de mesure étaient protégées. Dans notre cas les stations des mesures n'étaient pas protégées des dents des troupeaux domestiques qui, en plus, réduisent la biomasse épigée en litière par le piétinement. Ce cas est aussi aggravé dans la mesure où le département de Tongomayel est reconnu comme celui

abritant le plus de troupeaux dans la province du Soum. Ces éléments justifient la disparition plus rapide de la biomasse. Cependant, **Grouzis (1988)** en comparant les résultats de ses travaux à d'autres ayant été réalisés dans des systèmes écologiques similaires par certains auteurs dont Toutain et Piot (1980), Klein et al. (1981) et Bille (1977) a abouti à la conclusion que la dégradation naturelle de la végétation au cours de la saison sèche est importante et les différentes estimations divergent en raison peut-être de la différence des objets (phytomasse dressée, au sol, totale, ...) d'une part et, d'autre part, de la grande hétérogénéité des situations qui ne sont pas toujours abordées de la même manière.

### III.3.2. Production des résidus de culture

La disponibilité des résidus de culture dépend de l'importance des cultures et de l'accès aux champs. On distingue ici deux types de résidus, d'une part les pailles de céréales (mil, sorgho et maïs) qui sont considérées comme les pailles grossières, d'autre part, les fanes de légumineuses (arachide, niébé et wouandzou). Le tableau III.10 donne la production des différents résidus.

**Tableau III.10: Production (Kg MS/ha) des résidus des différentes**

**spécifications produites dans le village de Tongomayel**

**(2003)**

Résidus de culture	Mil	Sorgho	Maïs	Arachide	Niébé	Wouandzou
Production en kgMS/ha	2831,72	3424,72	996,03	1127,55	1163,12	535,47

Le sorgho a la plus forte production (3424.72kgMS/ha) à l'hectare suivi du mil (2831,72kgMS/ha). Ensuite, viennent respectivement le niébé, l'arachide, le maïs et le wouandzou.

Ces quantités de fourrages sont le plus souvent prélevées en partie pour les pailles de céréale, en totalité pour les fanes et stockées sur des hangars pour l'alimentation du bétail pendant la période de pénurie alimentaire (saison sèche). Le restant dans les champs est directement pâturée par le bétail. Cela concerne essentiellement les pailles de mil et sorgho. Les fanes qui occupent généralement de petites superficies sont en totalité prélevées et conservées. En comparant ces résultats à ceux de Savadogo (2002) obtenus en zone soudanienne, on s'aperçoit que nos résultats sont nettement inférieurs. En effet, il a obtenu

3640 kgMS/ha, 4680 kgMS/ha et 3860 kgMS/ha respectivement pour le mil, le sorgho et le maïs. Ces divergences confirment la différence qui existe entre la zone soudanienne et le Sahel en matière de production agricole. En effet, la zone sahélienne enregistre les plus faibles rendements agricoles du pays en raison des conditions édapho-climatiques moins favorables. Cependant, dans cette zone sahélienne où la saison sèche demeure très marquée le rôle des résidus de culture est capital dans l'alimentation du bétail et leur usage offre certainement une possibilité d'intensification de la production agro-pastorale dans ces régions (**Breman et Sissoko, 1998**).

### III.3.3. Capacité de charge (CC)

#### III.3.3.1. Sur les parcours naturels

La capacité de charge (CC) est calculée ici sur la base de la biomasse herbacée optimale mesurée en octobre, du taux d'utilisation (35%) et sur la base de la consommation journalière de l'Unité Bétail Tropical (UBT), soit une consommation de 6,25 kg de matière sèche par jour pour une période d'utilisation de 8 mois correspondant à la saison sèche (octobre à Mai). La charge animale théorique ou capacité d'accueil théorique (CAT) est déduite à partir de la superficie totale de chaque unité. Cette dernière représente la quantité de bétail (en UBT/période d'utilisation) que peut accueillir le pâturage.

Le tableau III.11 donnent les capacités de charge et les charges animales théoriques calculées à partir des superficies des différentes unités pour une période d'utilisation de 8 à 9 mois.



**Tableau III.11 : Capacités de charges (CC) et charges animales théoriques des différentes unités**

Types de pâturage	Production (kgMS/ha)	CC (UBT/ha/saison sèche)	Superficies (ha)	CAT (UBT/saison sèche)
<b>Bas-fonds</b>	3492,8	0,81	124,96	101,22
<b>Steppes arbustives</b>	1958,2	0,46	253,15	116,45
<b>Steppes arborées</b>	1609,2	0,38	649,03	246,63
<b>Brousses tigrées</b>	741,3	0,17	9,83	1,67
<b>Champs</b>	1288,9	0,30	7703,3	2311

La plus forte capacité de charge de 0,81UBT/ha/saison sèche est enregistrée dans les bas-fonds. Ensuite, viennent respectivement les steppes arbustives (0,46UBT/ha/saison sèche), les steppes arbustives à arborées (0,38UBT/ha/saison sèche), les champs (0,30UBT/ha/saison sèche) et les brousses tigrées (0,17UBT/ha/saison sèche). La charge moyenne pour la zone est alors de 0,424UBT/ha/saison sèche.

Ces résultats se rapprochent des charges trouvées par **Zoungrana (1991)** au Sahel pour la même période d'utilisation, la saison sèche. Il a obtenu des valeurs variant de 0,28UBT/ha pour la steppe arbustive de replat interdunaires à 0,77UBT/ha pour la steppe herbeuse (erg ancien).

Les capacités de charge animale théorique calculée ici ne tiennent pas compte de la contribution des ligneux sur les pâturages. Les charges animales réelles qui prennent en compte l'effectif de l'ensemble des troupeaux de la zone, celui des herbivores sauvages et aussi les divers prélèvements humains, n'ont pu pas être calculées faute d'avoir toutes les informations indispensables aux calculs. Les capacités de charge calculées sont à relativiser car elles ne tiennent pas compte de la qualité des fourrages qui est aussi essentielle dans l'utilisation de ces derniers.

### III.3.3.2. Dans les champs

Les résidus de récolte sont utilisés pendant toute la période sèche à partir de la fin des récoltes. Les charges animales théoriques admissibles dans les champs sont donc estimées pour une période d'utilisation de 8 mois (octobre à mai) que nous considérons comme la

durée de la saison sèche. Les coefficients d'utilisation sont de 80% et de 88% respectivement pour les pailles de mil et de sorgho comme le préconisent **Breman et Sissoko (1998)**. Pour les fanes le coefficient est de 100% en raison de leur utilisation entière. Pour le maïs nous avons choisi un coefficient arbitraire de 80%.

**Tableau III.12 : Capacités de charges (CC) et de charges animales théoriques des résidus de récoltes**

Spéculations	Production (kgMS/ha)	CC (UBT/ha/saison sèche)	Superficies (ha)	CAT (UBT/saison sèche)
<i>MIL</i>	2831,72	1,51	4542	6858,42
<b>Sorgho</b>	3424,72	2,01	1520	3055,2
<b>Maïs</b>	996,03	0,53	206	109,18
<b>Arachide</b>	1127,55	0,75	230	172,5
<b>Niébé</b>	1163,12	0,78	769	599,82
<b>Wouandzou</b>	535,47	0,36	206	74,16

La capacité d'accueil théorique la plus élevée (6858,42 UBT/saison sèche) est enregistrée dans les champs de mil en raison des grandes superficies qui sont consacrées à cette culture. Les champs de sorgho qui ont la plus forte charge à l'hectare occupent la deuxième place en terme de CAT pendant la saison sèche. Les autres suivent avec des capacités d'accueil théoriques de 599,88, 172,5, 109,18 et 74,16 UBT/saison sèche respectivement dans les champs de niébé, d'arachide, de maïs et de wouandzou.

Les capacités d'accueil théoriques obtenues principalement pour les pailles de mil et de sorgho témoignent de l'importance de leur contribution au disponible fourrager. Selon **Breman et Sissoko (1998)**, cette importance peut varier considérablement d'une zone agro-écologique à l'autre. Ainsi, les sous-produits agricoles peuvent atteindre jusqu'à la moitié du fourrage disponible alors qu'ailleurs elle atteint encore à peine 5%.

Par ailleurs, les charges théoriques obtenues à l'hectare dans les champs dépassent nettement celles des parcours en tenant compte de la biomasse herbacée. Cependant, il faut aussi relativiser ces capacités de charge car elles ne prennent pas en compte la valeur nutritive des résidus.

### III.4. COMPOSITION CHIMIQUE DES FOURRAGES HERBACEES ET DES RESIDUS DE CULTURE

#### III.4.1. Fourrage herbacée

Le tableau III.13 donne un aperçu sur la valeur bromatologique des unités étudiées

**Tableau III.13 : Teneurs (% MS) en matière sèche (MS), cendres (MM) et matières azotées totales (MAT) des différentes unités à l'optimum de végétation**

Eléments Unités	% MS	MM %MS	MAT %MS
<b>Bas-fond</b>	95,62	10,94	5,28
<b>Steppe arbustive</b>	95,63	10,53	5,83
<b>Steppe arborée</b>	95,66	14,78	7,67
<b>Brousse tigrée</b>	95,05	11,56	5,31
<b>Champs</b>	95,54	7,81	4,05

Les teneurs en matière sèche des différentes spéculations se situent dans le même ordre de grandeur (95,05 à 95,63%).

La plus forte teneur en matière minérale ou cendres est enregistrée au niveau de la steppe arborée (14,78%). Suivent dans l'ordre décroissant la brousse tigrée (11,56%), le bas-fond (10,94%), de la steppe arbustive (10,53%) et les champs (7,81%). Ces valeurs sont proches des teneurs de MM trouvées par d'autres auteurs pour les différentes unités sahéliennes. **Sanou (1996)** a obtenu des valeurs variant de 6,01 à 10,17% dans la région de Dori. **Zoungrana (1991)** a aussi trouvé, toujours dans le Sahel burkinabé, des valeurs variant de 6,53 à 11,94%.

La plus forte teneur en matières azotées totales (MAT) se rencontre dans la steppe arborée (7,67%) contre 4,05% pour les champs correspondant à la plus faible teneur enregistrée. Des valeurs intermédiaires sont enregistrées pour le bas-fond (5,28%), la steppe arbustive (5,83%) et la brousse tigrée (5,31%). Dans l'ensemble les teneurs en MAT restent faibles. Ce qui augure de la qualité médiocre des pâturages. Ces résultats confirment ceux des travaux de **Zoungrana (1991)** effectués dans la zone sahélienne du Burkina. Il obtint des valeurs allant de 3,49 à 8,35% pour la teneur en protéine brute.

La composition chimique à l'instar de la valeur pastorale dépend des espèces présentes. Trois catégories de plantes sont identifiées sur les parcours. Ce sont les Graminées, des annuelles pour la grande majorité, les Légumineuses et les "plantes diverses" regroupant les autres familles. Le plus souvent, ce sont les Graminées qui dominent dans la végétation des pâturages. Ensuite, viennent les Légumineuses. Ces dernières grâce à une association symbiotique avec des Rhizobium, fixent l'azote atmosphérique dont une partie est disponible, après minéralisation des parties mortes, pour les espèces se développant à proximité (Lapeyronie in Daget et Godron, 1995). Elles possèdent les meilleurs teneurs en éléments nutritifs, surtout en azote, parmi les espèces composant les pâturages. De contributions spécifiques parfois importantes elles sont peu représentées dans la flore recensée, près de 8,33%. Dans la steppe arborée, les Légumineuses participent au recouvrement à 36,51%, ce qui explique les teneurs en MAT et en MM plus élevées pour le fourrage de cette unité. Les champs qui présentent les plus faibles teneurs en MM et MAT, enregistrent une faible contribution des légumineuses au recouvrement.

Il faut signaler que l'évolution de la valeur bromatologique des fourrages avec le temps n'a pas pu être observée car les autres échantillons n'ont pas pu être analysés. Ces résultats permettraient de prévoir l'utilisation des pâturages à cette période suivant les objectifs de production et de déterminer la nature et la quantité des apports complémentaires. D'une manière générale, les herbacées ont des teneurs en MAT faibles (Kaboré/Zoungrana, 1995).

#### III.4.2. Les résidus de culture

Les teneurs en matière sèche (MS), matières minérales (MM) et matières azotées totales des différents résidus de culture sont exposées dans le tableau III.14.

**Tableau III.14 : Teneurs en matière sèche (MS), cendres (MM) et matières azotées totales (MAT) des résidus de culture**

Eléments Résidus	% MS	MM %MS	MAT %MS
Mil	95,65	17,40	7,23
Sorgho	94,87	6,05	3,03
Maïs	94,56	8,98	7,50
Arachide	93,86	13,73	9,66
Niébé	95,24	11,74	9,03
Wouandzou	95,74	10,87	7,26

Ces résultats sont ceux d'échantillons pris juste après les récoltes en fin octobre. Les teneurs en MS varie de 93,86 à 95,65% respectivement pour l'arachide et le mil.

La teneur la plus élevée en MM est enregistrée pour la paille de mil (17,40%). La plus faible valeur a été trouvée au niveau de la paille de sorgho avec 6.05%. Ces valeurs se rapprochent de celles trouvées par **Zoungana (1991)** pour ces deux types de résidus au Sahel. En effet, il a obtenu suivant les différents organes des valeurs allant de 7,13 pour les tiges sèches à 17,54% pour les feuilles + graines vertes.

Les fanes viennent après le mil avec 13,73 , 11,74 et 10,87% respectivement pour l'arachide, le niébé et le wouandzou. Elles sont suivies du maïs.

D'une manière générale les teneurs en matières azotées des fanes de légumineuses (Arachide : 9,66, niébé : 9,03) sont les plus élevées. Les pailles de mil et de maïs ainsi que les fanes de wouandzou ont des teneurs similaires en MAT, 7,23, 7,50 et 7,26 respectivement. La paille de sorgho a la plus faible teneur 3,03% de MAT.

Les fanes de légumineuses présentent les meilleures teneurs en MAT en raison de leur aptitude à fixer l'azote atmosphérique grâce à la symbiose avec le Rhizobium (Bactérie).

En comparant la composition chimique des résidus de cultures avec celle des fourrages herbacés des parcours en octobre, il ressort que les résidus de culture présentent une meilleure qualité. Ainsi, ces fourrages constituent un complément très appréciable pendant les périodes de déficit alimentaire. Cependant, **Breman et Sissoko (1998)** ont montré que les pailles grossières n'assurent pas l'entretien du bétail et leur usage nécessite d'être accompagné de suppléments fourragers dont les fanes de légumineuses (Niébé, arachide).

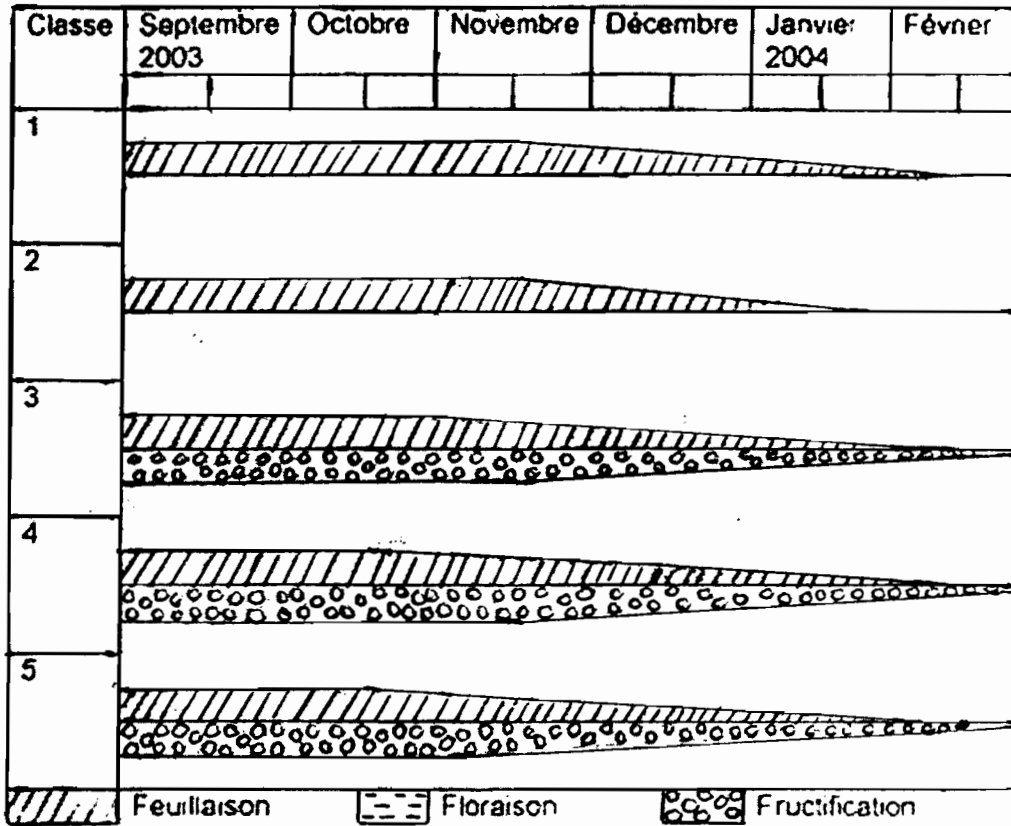
### **III.4.3. Conclusion**

L'analyse de la composition chimique des fourrages, quoique statique ici, a permis d'appréhender de façon appréciable la valeur nutritive du fourrage produit au maximum de la végétation. La valeur nutritive reste faible en raison des faibles teneurs en MAT enregistrées. On retient également que les résidus de récoltes constituent des compléments de qualité en raison de leurs teneurs en MM et en MAT plus élevées que celles des fourrages herbacés au moment de leur utilisation.

## **II.5. ETUDE PHENOLOGIQUE DE QUELQUES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES FOURRAGERES**

Les résultats obtenus ont été synthétisés à travers des phénogrammes (figure III.5) par classe de hauteur pour chacune des cinq espèces étudiées. Ils montrent, sur l'ensemble de la période des observations (septembre à février), l'évolution de chaque stade végétatif en indiquant son début et sa fin.

Figure III.6.a :

Phenogramme par classe de hauteur Pterocarpus lucens

### III.5.1. *Pterocarpus lucens*

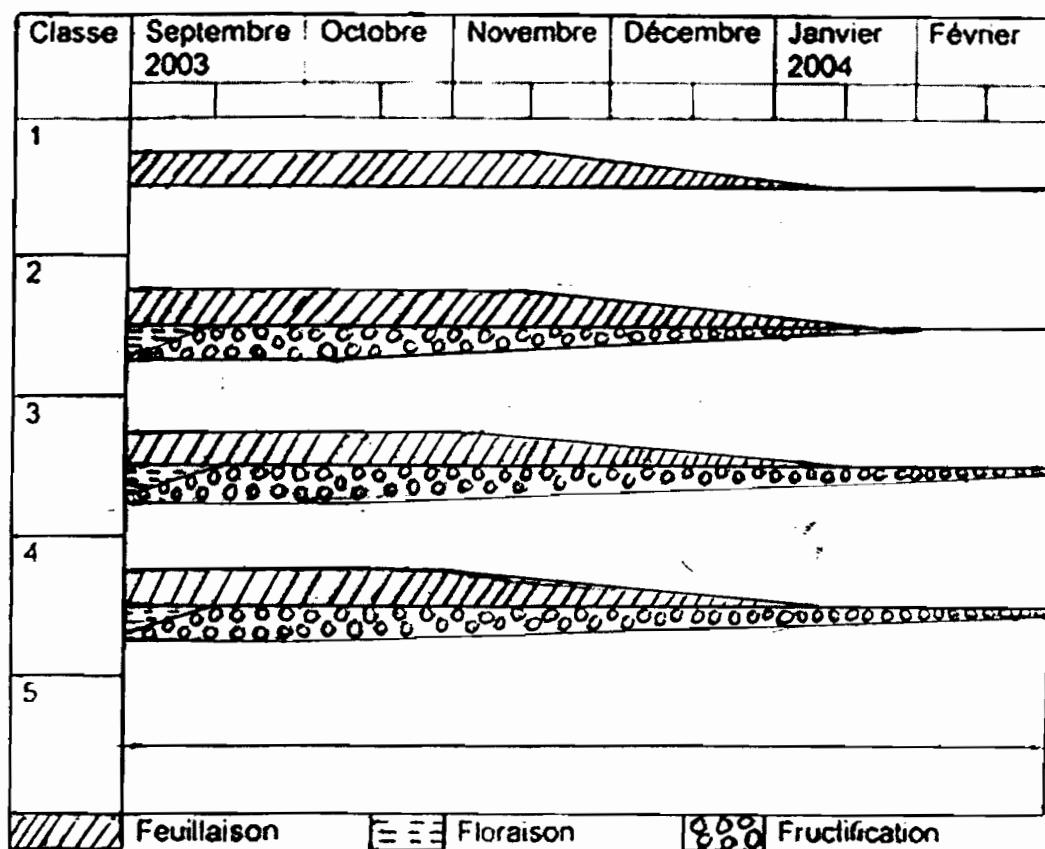
Au début du mois de septembre tous les individus suivis étaient en pleine feuillaison et ce jusqu'à la mi-novembre pour les individus des deux premières classes de hauteur ( $< 3\text{m}$ ) où les feuilles ont commencé à brunir et à sécher, puis à tomber au sol. Ce même phénomène de brunissement et d'assèchement des feuilles a été observé un peu plus tôt, à la mi-octobre chez les grands individus c'est-à-dire ceux des trois dernières classes ( $> 3\text{m}$ ). La chute des feuilles amorcée ou défoliation s'est poursuivie jusqu'à la fin du mois de janvier où encore 60 p.100 des individus portaient quelques rares feuilles.

En début septembre, on était en pleine fructification également au niveau des individus de taille supérieure à 3m, les autres classes n'ayant pas connu de fructification. La pleine fructification s'est étalée jusqu'à la mi-novembre où les fruits ont commencé à sécher et tomber. A la fin du mois de février tous les individus ayant fructifié portaient toujours des fruits.

Durant la période de suivi (septembre à Février), il n'a pas été observé de floraison qui s'est produit sans doute plus tôt avant nos observations.



Figure III.6.b :

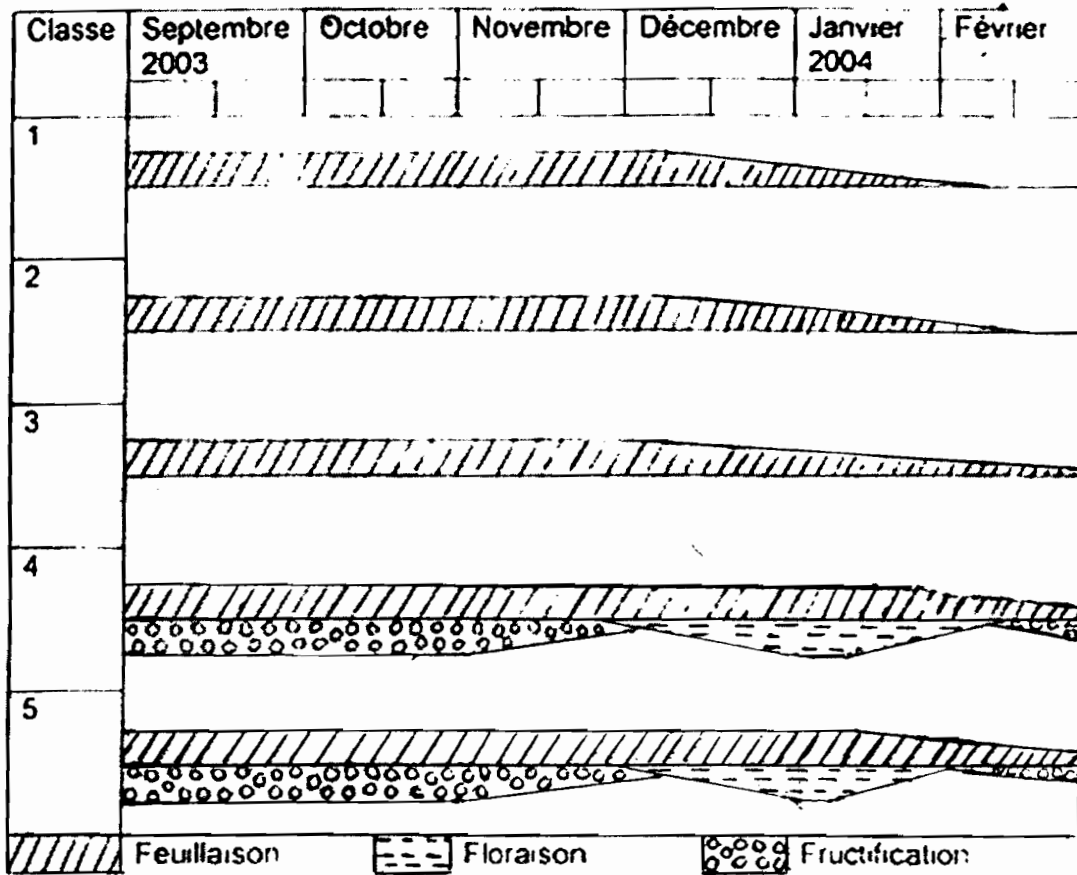
Phenogramme par classe de hauteur Acacia senegal

### III.5.2. *Acacia senegal*

Au démarrage des observations en début septembre, tous les individus suivis, toute classe confondue, étaient en pleine feuillaison. Cette phase s'est étalée jusqu'à la mi-novembre pour les classes 1 et 2 (< 3m). Par contre, elle s'est stoppée un peu plus tôt dans les classes 3 et 4 (< 7m), vers la fin octobre où les feuilles ont bruni et commencé à tomber jusqu'à la mi-janvier où la défoliation était totale à tous les niveaux.

Le début du mois de septembre a coïncidé avec la fin de la floraison. Elle a été observée dans les classes 2, 3 et 4. Ces classes étaient également en pleine fructification au démarrage des observations en septembre. C'est à la fin septembre que les gousses ont commencé leur brunissement progressif jusqu'à l'assèchement total en début novembre. Environ 50 p.100 des arbres, notamment ceux des classes 3 et 4 ont conservé encore quelques gousses sèches jusqu'à l'arrêt de nos observations en fin février.

Figure III.6.c :

Phenogramme par classe de hauteur : *Balanites aegyptiaca*

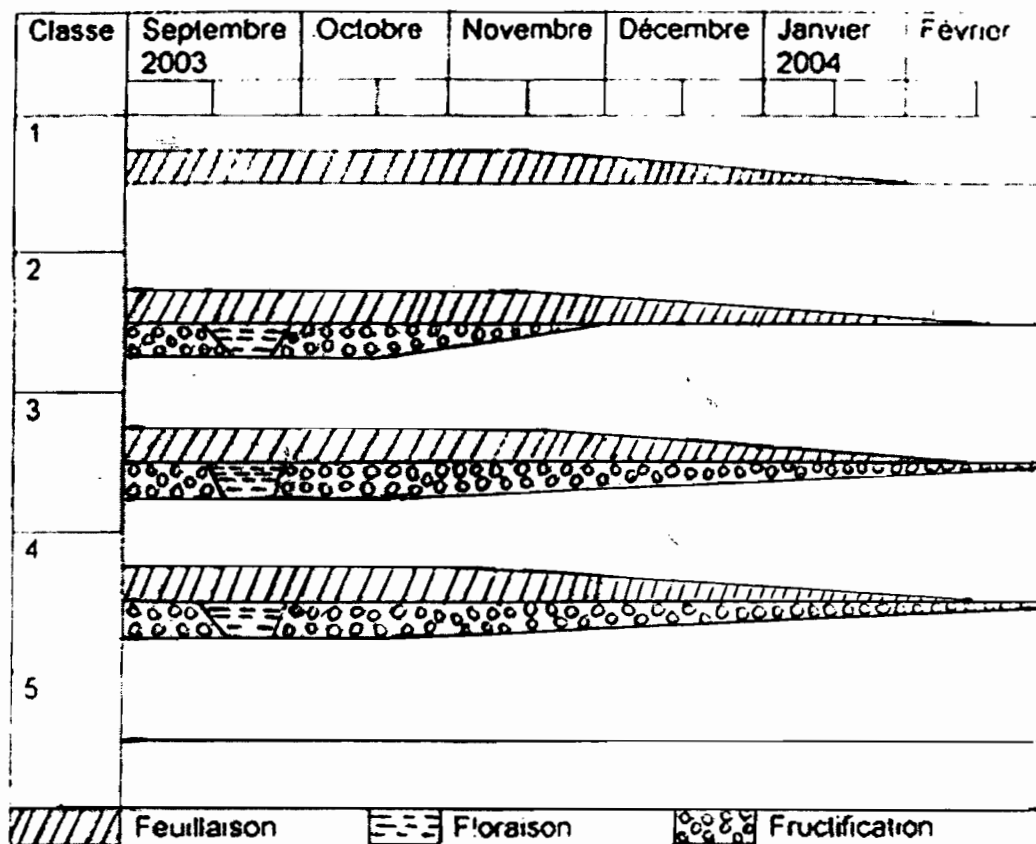
### III.5.3. *Balanites aegyptiaca*

Le début des observations a coïncidé avec la pleine feuillaison chez tous les individus. Cette phase s'est poursuivie jusqu'en début décembre pour les classes 1, 2, et 3. Pour les classes 4 et 5 elle s'est étalée sur une plus longue durée atteignant la fin janvier, période pendant laquelle les feuilles ont commencé à chuter. La chute des feuilles s'est poursuivie jusqu'à l'arrêt de nos observations. On note que les classes 1 et 2 ont perdu précocement leurs feuilles à cause du broutage excessif.

La floraison a été notée en début décembre chez seulement les individus des classes 4 et 5 puis s'est terminée avant la mi-février. L'absence de floraison chez les autres individus signifierait qu'ils n'ont pas atteint l'âge de reproduction. La floraison a eu une durée d'environ 2 mois et demi.

En début septembre, 40 p.100 des individus appartenant aux classes 4 et 5 étaient en pleine fructification qui va jusqu'au début de novembre où les fruits ont commencé à mûrir, ensuite sécher et tomber. Une seconde fructification s'est effectuée vers la mi-février. Les individus des autres classes n'avaient aucun fruit.

Figure III.6.d :

Phenogramme par classe de hauteur Combretum aculeatum

#### III.5.4. *Combretum aculeatum*

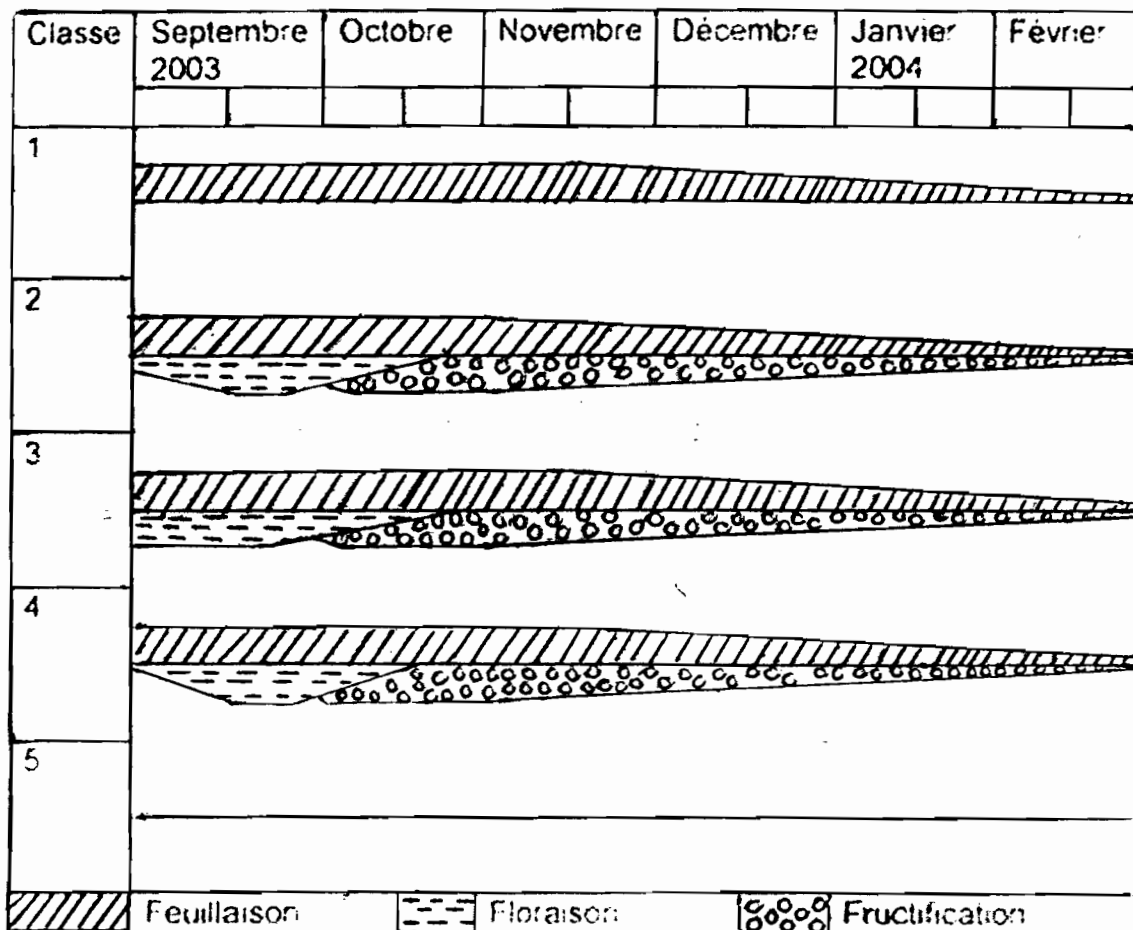
Chez les individus de la classe 1 il n'a été observé que la feuillaison durant toute la période des observations. Cette feuillaison était à son maximum dans toutes les classes dès le début des observations en septembre et cela jusqu'à la mi-novembre où on a constaté le brunissement et la chute de feuilles âgées.

Le démarrage de nos observations a aussi coïncidé avec la pleine fructification dans les classes 2, 3 et 4 qui abritent 75 p.100 des individus suivis. Cette pleine fructification a commencé à s'estomper vers la mi-octobre avec la maturation et l'assèchement des fruits. Les fruits secs ont chuté entièrement chez les éléments de la classe 2 en début décembre. Par contre, ceux des classes 3 et 4 ont porté quelques fruits secs jusqu'à la fin du mois de février.

Nous avons observé une brève floraison de la mi-septembre à la fin septembre. Cette floraison n'a pas abouti à une fructification due probablement à un défaut de pollinisation.

Figure III.6.e :

Phenogramme par classe de hauteur *Guiera senegalensis*



### III.5.5. *Guiera senegalensis*

Tous les individus étaient en pleine feuillaison au début du mois de septembre. On assiste au brunissement et à la chute d'anciennes feuilles vers la mi-novembre chez environ 75 p.100 des individus et cela va continuer jusqu'à la fin février où tous les pieds portent toujours quelques feuilles. Il faut noter qu'il n'y a que cette phénophase qui a été observée dans la classe 1, ce qui laisse entrevoir que ses individus n'étaient pas en âge de reproduction.

Les classes 2, 3 et 4 étaient en début ou pleine floraison au début des observations. Les fleurs se sont fanées et sont tombées jusqu'à la dernière décade d'octobre. La floraison a eu une durée d'environ 2 mois.

Le début de la fructification se situe vers la mi-septembre. En début novembre les gousses à maturité ont commencé à sécher et tomber sous l'effet des vents de l'harmattan. La chute des fruits secs s'est poursuivie jusqu'à la fin du mois de février où il y avait toujours quelques fruits sur les arbres. Cette phénophase a duré en moyenne cinq mois.

Il faut signaler qu'en début janvier nous avons observé une petite floraison sporadique au niveau des individus de la classe 4.

## Discussion

Les résultats font ressortir une bonne disponibilité du fourrage ligneux pendant les mois de septembre à d'octobre où pratiquement toutes espèces suivies sont en pleine feuillaison et en pleine fructification. En plus les stades phénologiques avancés des espèces observées à cette période attestent que les cycles végétatifs débutent un peu avant ou avec la saison des pluies ( **Clanet et Gillet, 1980** cités par **Tapsoba, 2001** ; **Kaboré/Zoungrana, 1995**). Par contre, le mois de février est marqué par une réduction considérable de ce disponible. Toutes les espèces suivies avaient amorcé un repos végétatif.

Les différents phénogrammes mettent en exergue des variations du stade phénologique liées non seulement à l'espèces, mais également à la classe de hauteur. Ce sont des variations qui peuvent être qualifiées d'inter-spécifiques et intra-spécifiques (**Grouzis et Sicot, 1980**). Nous distinguons les espèces telles que *Balanites aegyptiaca* et *Guiera senegalensis* qui gardent leurs feuilles pendant toute la période des observations avec cependant une diminution progressive de leur biomasse foliaire. Cela est très capital en ce sens que les animaux arrivent toujours à profiter du fourrage vert riche en protéines, en minéraux et en vitamines à un moment où le fourrage herbacé, en état de paille est très pauvre (**Le Houérou, 1980**). Par ailleurs, la prise en compte de la classe de hauteur est



apparue ici comme un critère distinctif capital des stades de développement végétatif dans la mesure où nous remarquons que les individus des classes 1 ( $H < 1\text{m}$ ) et 2 ( $1\text{m} < H < 3\text{m}$ ) chez *Balanites aegyptiaca* et *Pterocarpus lucens*, et seulement ceux de la classe 1 chez les autres espèces étudiées, ne produisent pas de fleurs et fruits. Ceci témoigne que ces individus n'ont probablement pas atteint l'âge de la mise en marche effective de leur fonction de reproduction. Au sein de l'espèce, les variations sont de nature individuelle c'est-à-dire qu'elles sont le résultat d'une différenciation génotypique (Grouzis et Sicot, 1980). Mais elles peuvent être de nature stationnaire, en ce moment, elles seront peut-être relatives à des facteurs climatiques (hygrométrie) et/ou édaphiques (nature du sol, réserve hydrique).

La variabilité des phénophases observées pour les espèces ligneuses fourragères est essentiel sur les parcours naturels. C'est elle qui va assurer la disponibilité du fourrage ligneux pratiquement toute l'année sur les pâturages naturels. Elle est renforcée par la diversité des espèces. Cela est très important pour la survie des troupeaux étant donné que nous avons montré que la production de fourrage herbacé tend à disparaître pendant la saison sèche. Ce rôle très capital du fourrage est reconnu par nombreux auteurs dans les régions arides et semi-arides (Bille, 1980 ; Le Houérou, 1980 ; Grouzis et Sicot, 1980 ; Touré et Gillet, 1987 ; ...).

Les résultats obtenus avec l'espèce *Pterocarpus lucens* sont comparables à ceux obtenus par Tapsoba (2001) sur la même espèce dans la zone sahélienne burkinabé. En effet, ce dernier a observé la fin de la feuillaison vers la fin du mois de décembre et le début janvier. En ce qui concerne la fructification, il note le début de la chute des fruits en novembre et elle se poursuit jusqu'à la fin janvier où il note une réduction très importante. La fin de la feuillaison observée par cet auteur est un peu plus précoce que dans notre cas, soit environ un mois de décalage (mi-janvier contre mi-février pour nos observations). Cette différence peut s'expliquer par le fait que les observations ont été faites dans une zone située un peu plus au nord que la nôtre et l'avancée des vents de l'harmattan en provenance du Sahara, entraînant la chute progressive des feuilles, évolue progressivement d'Est en Ouest.

Par ailleurs, les résultats obtenus pour l'espèce *Combretum aculeatum* peuvent être comparés à ceux de Ouédraogo (1992) sur la même espèce en zone nord soudanienne. On remarque un léger décalage dans la fin de la phase de feuillaison. Cependant, on note chez cet auteur pendant la saison pluvieuse une phase de floraison qui va de juillet à la mi-octobre alors que dans notre cas la phase de floraison s'est achevée à la fin septembre. Ces différences des observations sont liées à la situation éco-climatique. En effet, la zone nord

soudanienne a une plus grande couverture pluviométrique que notre zone d'observation qui se trouve en région sahélienne. Cette thèse est confortée par les études de **Grouzis et Sicot (1980)** qui ont montré que l'eau du sol aurait un rôle prépondérant sur le déterminisme des phases de feuillaison et de floraison de *Combretum aculeatum*.

### III.6. COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES BOVINS, CAPRINS ET OVINS AU PÂTURAGE

#### III.5.1. Rythme d'activités au pâturage

Les observations se sont déroulées de juin 2003 à février 2004. Cette période d'observation a été divisée en trois saisons pour tenir compte des changements dans le disponible fourrager : saison pluvieuse (juin-septembre), saison post récolte (octobre - décembre/janvier) et saison sèche (janvier - février). Au total :

- 2400 observations ont été effectuées en saison pluvieuse réparties en 696 observations pour les bovins, 872 pour les ovins et 832 pour les caprins ;
- 1884 observations ont été faites en saison post récolte réparties en 590 observations pour les bovins, 666 pour les ovins et 628 pour les caprins ;
- enfin, en saison sèche, 1222 observations ont été effectuées réparties en 394 observations pour les bovins, 438 pour les ovins et 390 pour les caprins.

Le tableau III.15 récapitule les rythmes d'activités par saison et par espèce animale en pourcentage de temps consacré à chaque activité.

**Tableau III.15: Rythmes d'activités au pâturage des animaux suivant les périodes considérées**

Activités	Saison pluvieuse			Saison post pluvieuse			Saison sèche		
	bovin	caprin	ovin	bovin	caprin	Ovin	bovin	caprin	ovin
<b>Marche</b>	17,66a (1,37)	15,42ac (1,42)	7,72b (0,67)	17,71a (1,88)	21,20ad (1,19)	8,28b (0,91)	14,65ac (0,96)	21,33ad (1,48)	17,92a (1,92)
<b>Pâture herbacée</b>	67,10a (1,91)	22,19 (3,85)	68,34a (1,77)	50,87b (1,80)	9,19d (1,67)	54,87b (2,30)	43,01bc (2,64)	8,18d (1,87)	30,47e (4,64)
<b>Glanage</b>	0,13a (0,13)	1,65a (0,50)	0,10a (0,10)	0,16a (0,16)	22,54b (3,80)	0,13a (0,13)	0,88a (0,37)	40,64c (2,37)	28,67d (3,44)
<b>Broutage</b>	4,41a (1,17)	41,17b (2,79)	4,71a (1,00)	4,10a (1,12)	21,69c (3,58)	1,14ad (0,49)	1,77a (0,50)	8,18ae (1,33)	1,96a (0,74)
<b>Abreuvement</b>	3,58ac (0,26)	3,31ac (0,31)	3,53ac (0,40)	2,74a (0,05)	2,61a (0,05)	2,27ab (0,04)	3,13ac (0,33)	2,85ac (0,04)	2,57a (0,02)
<b>Repos</b>	4,61 (0,89)	11,59a (1,35)	9,79a (1,05)	15,53ab (1,88)	15,80ab (2,08)	19,52bc (1,44)	26,01d (1,60)	13,68ab (2,43)	13,52ab (2,59)
<b>Rumination</b>	2,47a (0,73)	4,66a (1,01)	5,80abc (1,14)	8,87abcd (1,50)	6,98abc (1,25)	13,79abcd (1,24)	10,55abcd (1,07)	5,13abc (0,85)	4,88abc (0,65)

Les moyennes situées sur la même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes ( $p < 0.05$ , Turkey test) ;

(.) : Erreur standard.

### III.6.1.1. Marche

Elle correspond aux déplacements libres des animaux. Ce sont les déplacements de départ ou de retour, les déplacements à la recherche de fourrage ou vers les points d'eau.

#### • Bovins

Le temps consacré à cette activité par les bovins varie peu de la saison pluvieuse (17,66%) à la saison post récolte (17,71%) avant de diminuer un peu au cours de la saison sèche (14,65%). Mais le test de Turkey ne montre pas des différences significatives entre ces valeurs.

Pendant la saison pluvieuse, les campements des bergers sont installés au nord du village à environ 4km pour s'éloigner des champs qui sont positionnés un peu plus au sud. Lorsque l'on quitte le campement le matin (8heures) le troupeau marche progressivement vers le nord-est jusqu'aux environs du village de Gouna (6km des campements) où le troupeau change sa direction de marche (après 14h) et commence la redescente vers le campement. Cette activité de marche s'effectue en ce moment à travers les pâturages de steppes, de brousse tigrée et de bas-fond. Au cours du chemin du retour l'activité de marche est beaucoup plus observée car les animaux ayant pâturé presque toute la journée sont rassasiés et cherchent à regagner le campement où les vaches tètent leurs veaux après avoir été traites. Les distances parcourues à cette époque varient entre 9 et 14 Km. La marche est la deuxième activité selon le temps qui lui est consacré.

Pendant la saison post récolte le troupeau part des champs où les bergers sont revenus installer leurs camps. Les animaux pâturent essentiellement dans les champs et les steppes. Mais ils marchent vers des retenues d'eau temporaires situées sur les pâturages fréquentés en période hivernale. La quantité de fourrage est toujours importante et le pourcentage de temps consacré à l'activité est sensiblement le même que pendant la saison pluvieuse. La marche est toujours la seconde activité.

Pendant la saison sèche le troupeau part toujours des champs mais se dirige vers le barrage de Gankouna situé au sud du village à environ 4km. C'est dans le lit de ce barrage que les puisards sont creusés pour l'abreuvement. A cette époque le fourrage est à l'état de paille de faible valeur nutritive et de quantité faible. Les steppes herbeuses et les bas-fonds sont les types de pâturages principalement fréquentés car ils abritent l'essentiel du disponible fourrager herbacé restant. Les résultats de l'évaluation de la biomasse montrent qu'à cette époque la quantité de fourrage est très faible. Le temps consacré à la marche est réduit. Les animaux se reposent plus longuement sous les arbres. La marche est en ce moment la

sont les types de pâturages principalement fréquentés car ils abritent l'essentiel du disponible fourrager herbacé restant. Les résultats de l'évaluation de la biomasse montrent qu'à cette époque la quantité de fourrage est très faible. Le temps consacré à la marche est réduit. Les animaux se reposent plus longuement sous les arbres. La marche est en ce moment la quatrième activité du point de vue occupation du temps de pâture. Mais les animaux parcourent à cette période 7,8 à 9,5 km du début jusqu'à la fin des observations le soir.

Il faut signaler que la pâture nocturne était aussi pratiquée par le troupeau suivi mais nous n'avons pas tenu compte en raison des difficultés de faisabilité des observations la nuit.

### • Caprins

Le temps de marche augmente de la saison pluvieuse (15,42%) à la saison post récolte (21,20%) avant de baisser à nouveau lors de la saison sèche (17,92%). Il n'existe pas de différences significatives entre les valeurs des différentes saisons.

Pendant la saison pluvieuse les chèvres partent du campement des bergers vers les différentes unités de pâturage en occurrence les steppes et les brousses tigrées. A cette période le disponible fourrager herbacé comme ligneux est important. Le suivi phénologique de quelques principales espèces ligneuses fourragères atteste que les espèces ligneuses sont en ce moment en pleine période active de végétation (pleine feuillaison). L'activité de marche occupe la troisième place après celle de pâture herbacée et de broutage.

Pendant la période post récolte, les animaux partent des champs où sont de nouveau installés les bergers en direction des steppes, des brousses tigrées et des bas-fonds. A cette saison la production de fourrage est importante mais elle commence à régresser sur toutes les unités comme le montre les courbes d'évolution de la biomasse (cf. évaluation de la biomasse). Le suivi phénologique montre aussi que les ligneux amorcent la fin de leur cycle végétatif (fin feuillaison, fin fructification). Les chèvres vont d'un arbre à un autre à la recherche d'organes tombés. L'activité de marche est importante. Elle vient à la deuxième place des activités au cours de cette saison post récolte.

Pour la saison sèche les animaux vont toujours des champs aux différentes unités de pâturage. La réduction du fourrage est importante et au niveau des ligneux certains comme par exemple *Acacia senegal*, *Combretum aculeatum* et *Pterocarpus lucens* ont amorcé leur repos végétatif (cf. résultats du suivi phénologique). Les chèvres marchent à la recherche de fourrage. L'activité de marche est importante et vient après le glanage qui occupe le plus de temps.

### • Ovins

Le temps de marche des moutons augmente de la saison pluvieuse (7,72%) à la saison sèche (17,92%). Cette augmentation du rythme de l'activité marche est très faible entre la saison pluvieuse et la saison post récolte (8,28%). Les pourcentages de temps consacré à la marche pour ces deux périodes ne sont pas significativement différents mais ils le sont avec le pourcentage de temps de marche de la saison sèche. Cela est lié à la diminution importante du disponible fourrager en saison sèche.

Durant la période pluvieuse les ovins partent du village vers les steppes et les bas-fonds. La disponibilité du fourrage herbacée est bonne. La marche est observée surtout le matin et lorsque les moutons se dirigent vers une retenue pour s'abreuver. Elle arrive en troisième position après la pâture herbacée et le repos. Les distances parcourues vont de 4,7 à 5,2km.

Au cours de la période post récolte les moutons quittent le village pour aller pâturer dans les champs. La production des résidus de culture améliore considérablement le disponible fourrager. Les moutons restent dans les champs aux alentours du village. L'activité de marche est enregistrée surtout le matin au démarrage des observations et au moment d'aller à l'abreuvement. Elle occupe la quatrième position parmi les activités. Les distances parcourues dépassent un peu celles de la période précédente car les animaux fréquentent de plus en plus des champs reculés et les autres unités de pâturage.

Pendant la période sèche les moutons fréquentent les pâturages de bas-fonds, de steppes et les champs. Le fourrage herbacé à l'état de paille est réduit considérablement. Les moutons marchent d'un arbre à l'autre à la recherche d'organes végétaux tombés. Le temps de marche est élevé. Les distances parcourues sont plus élevées ( 7,6 à 8,8km) car les moutons sillonnent beaucoup plus que pendant les autres saisons à la recherche surtout de fourrage ligneux accessible au sol. A cette époque presque tous les ligneux tendent vers la fin de leur cycle végétatifs, les chutes de feuilles sont importantes.

Il n'y a pas de différences significatives entre les temps de marche chez les bovins et les temps de marche chez les caprins au cours des différentes saisons ( $p > 0,05$ ). Néanmoins on remarque que c'est seulement en saison hivernale que la marche des bovins excède celle des caprins (17,66 contre 15,42%). Les autres périodes sont en faveur des chèvres.

Les temps de marche chez les ovins pendant les saisons pluvieuse et post récolte sont significativement différents de ceux des bovins et des caprins pour ces mêmes périodes. Par contre les pourcentage de temps consacrés à la marche pendant la saison sèche ne présentent

pas de différences significatives pour les différentes espèces animales. On constate qu'en saison sèche les moutons, qui consacraient moins temps à la marche par rapport aux autres espèces, y consacrent plus de temps que les bovins. Cela est dû à la pratique plus régulière et fréquente du glanage par les moutons en saison sèche.

### III.6.1.2. Pâturage herbacée

L'activité de pâturage herbacée prend aussi en compte la pâturage des résidus de culture après les récoltes dans les champs.

#### • Bovins

Cette activité de prise alimentaire a été observée au cours des saisons successives sur les différentes unités de pâturage traversées et mentionnées ultérieurement. Elle débute le plus souvent en saison pluvieuse et post récolte après le premier abreuvement matinal dans une retenue d'eau temporaire. Par contre en saison sèche elle est observée dès le départ au pâturage. Le prélèvement d'herbes constitue l'essentiel des occupations des bovins au pâturage ; il s'effectue en toute périodes par une série de repas souvent interrompue par l'abreuvement vers la mi-journée et par un repos avec ou sans rumination en fin de journée. Mais en saison sèche où les animaux sont abreuvés aux puisards, l'interruption est marquée par le temps d'exhaure et celui du repos aux bords des puisards.

Le temps consacré à la pâturage herbacée varie en fonction des saisons. Le temps de pâturage herbacée décroît suivant la décroissance de la production de fourrage herbacé. Les bovins consacrent respectivement 67,10%, 50,87% et 43,01% du temps total d'observation pour les saisons pluvieuse, post récolte et sèche. Il existe des différences significatives au seuil de 5% entre la valeur de la saison pluvieuse et celles des deux dernières périodes qui ne sont pas significativement différentes.

#### • Caprins

La pâturage herbacée chez les caprins ne constitue pas l'essentiel des occupations au pâturage. Elle s'effectue essentiellement dans les brousses tigrées et les steppes en saison des pluies tandis que pendant les autres périodes elle se déroule aussi dans les bas-fonds en plus de ces deux unités. Cette activité succède de temps à autre à la pâturage ligneuse, qui occupe la majeure partie du temps des chèvres. La pâturage herbacée s'observe en toutes période de manière irrégulière. Les chèvres consacrent respectivement 22,19%, 9,19% et 8,18% du temps total des observations pour les saisons pluvieuse, post récolte et sèche. L'évolution du temps consacré à la pâturage herbacée suit celle de la disparition de la production du fourrage

herbacée. Au seuil de signification de 5% il existe une différence significative entre le pourcentage de temps de pâture herbacée de la saison pluvieuse et ceux des saisons post récolte et sèche qui ne sont pas significativement différents.

#### • Ovins

La pâture herbacée représente l'essentiel des occupations des moutons au pâturage. On enregistre également une réduction progressive du temps consacré à cette activité. La pâture herbacée s'effectue dans les steppes, les bas-fonds et les champs. Elle démarre lentement après le départ au pâturage en saison pluvieuse à cause de l'humidité de l'herbe due à la descente de la rosée. Par contre, pour les autres saisons, elle débute matinalement. Les moutons y ont consacré 68,34, 54,87 et 30,47% du temps total des observations respectivement pour les périodes pluvieuse, post récolte et sèche. On relève des différences significatives au seuil de 5% entre les valeurs enregistrés pendant les différentes saisons.

Au niveau de signification les bovins consacrent plus de temps à la pâture herbacée que les chèvres et les proportions du total des observations pour cette activité sont significativement différentes pour ces deux espèces.

Par contre les bovins et les ovins consacrent sensiblement les mêmes proportions du temps total des observations à la pâture herbacée pendant les saisons pluvieuse et post récolte. Mais en saison sèche les bovins consacrent le plus de temps à cette activité que les ovins car les ovins reportent une bonne partie de leur consommation à la pâture ligneuse suite à la réduction importante de la quantité et de la qualité du fourrage herbacé.

#### III.6.1.3. Pâture ligneuse

Elle comprend deux activités suivies séparément. Ce sont le glanage qui correspond au ramassage par les animaux d'organes végétaux (feuilles, fleurs, fruits) tombés au sol et, le broutage équivalent au prélèvement direct sur l'arbre des organes végétaux par les animaux.

##### \* Glanage

C'est une activité qui connaît un essor important à partir du mois d'octobre particulièrement pour les chèvres et les moutons. Cela est en accord avec la phénologie des ligneux fourragers qui amorcent la fin de leur cycle (fin feuillaison et/ou fin floraison et/ou fin fructification) pour certains.

#### • Bovins

Le glanage est une activité à laquelle les bovins accordent très peu de temps. Cette activité a la plus faible proportion du temps total des observations par rapport aux autres

activités. Le plus souvent les bovins consomment les feuilles de branches arrivées au sol à la suite d'émondage par les bergers ou d'autres personnes. En saison sèche, les bergers secouent de temps en temps certains arbres pour chuter leurs fruits ou gousses pour les animaux. Ils considèrent que ces fruits ou gousses constituent un complément de qualité. Les gousses d'*Acacia nilotica* et de *Piliostigma reticulatum* sont particulièrement recherchées. Malgré l'augmentation de la litière en saison post récolte et sèche grâce à la défoliation des ligneux cette activité est négligeable chez les bovins. Ils y accordent respectivement 0,13, 0,16 et 0,88% du temps total des observations en saison pluvieuse, saison post pluvieuse et saison sèche. On remarque qu'il n'y a pas de différences significatives entre les pourcentages de temps de glanage enregistrés au cours des différentes saisons.

#### • Caprins

Le glanage constitue l'essentiel des occupations des chèvres au pâturage après la saison pluvieuse. Pendant les saisons post pluvieuse et sèche, l'accroissement de la quantité d'organes végétaux au sol grâce aux chutes est important. Pendant ces deux périodes les bergers ont également un rôle actif qui consiste à récolter les gousses surtout et, les feuilles de certaines espèces ligneuses comme *Balanites aegyptiaca*, pour leurs animaux au pâturage. L'espèce *Acacia senegal* subit particulièrement une exploitation intensive par les chevriers qui récoltent à l'aide de longs bâtons ses gousses pour les chèvres. Ces gousses ont un effet d'engraissement qui améliore certainement la production de chèvres. En saison pluvieuse le glanage concerne essentiellement les feuilles de branches coupées par les chevriers ou d'autres personnes pour des usages divers. Sont surtout concernées Les espèces telles que *Pterocarpus lucens*, *Balanites aegyptiaca*, *Commiphora africana*,... Cependant, l'abondance de fourrage limite cette pratique.

Les caprins consacrent respectivement 1,65, 22,54 et 40,64% du total de pâture au glanage durant les périodes pluvieuses, post récolte et sèche. Ces valeurs sont significativement différentes au seuil de comparaison de 5%.

#### • Ovins

Chez les ovins, le ramassage d'organes ligneux sous les arbres est une activité très marginale du point de vue de l'occupation du temps pendant les saisons hivernale et post-hivernale (0,10 et 0,13% respectivement). Cependant, au cours de la saison sèche, l'activité de glanage prend une importance considérable et, occupant 28,67% du temps de pâture, elle devient la deuxième activité après la pâture herbacée. Les raisons restent liées à la baisse du disponible fourrager herbacé et à la grande disponibilité des organes végétaux tombés sous



les arbres dont la consommation devrait répondre non seulement à un besoin quantitatif, mais aussi, à un besoin qualitatif par les apports protéiques minéraux et vitaminiques (Le Houérou, 1980).

Il n'existe pas de différence significative entre les pourcentages de temps de glanage pour les bovins et les caprins en saison pluvieuse. Mais en ce qui concerne les autres saisons les valeurs sont significativement différentes pour les deux en raison de l'augmentation de la quantité d'organes ligneux au sol.

#### \* Broutage

Il concerne particulièrement les feuilles vertes et les jeunes tiges ou rameaux, mais il n'est pas exclu de voir des animaux broutés l'écorce de certains arbres (par exemple *Adansonia digitata* chez les bovins) ou la gomme d'autres arbres (par exemple *Acacia senegal* chez les chèvres).

##### • Bovins

Le broutage constitue chez les bovins une activité secondaire à laquelle le temps consacré au pâturage diminue au fil des saisons à partir de la saison hivernale (4,41%). Elle occupe 4,10% et 1,77% du temps respectivement pendant la saison post pluvieuse et la saison sèche. Pendant la saison pluvieuse les vaches prélèvent de façon intermittente les jeunes rameaux et feuilles sur les arbres dans les steppes, les brousses tigrées et les bas-fonds. Pendant les périodes post récolte et sèche les stades végétatifs avancés des ligneux entraînent la réduction des prélèvements.

Les temps de broutage au cours des saisons successives ne présentent pas de différences significatives au seuil de 5%.

##### • Caprins

Le broutage occupe l'essentiel du temps des chèvres au pâturage pendant la saison pluvieuse (41,17%). Il vient après le glanage en saison post récolte avec 21,69%. En saison sèche l'activité de broutage est secondaire en raison de la réduction de la biomasse foliaire ligneuse due à la fin de la phase de feuillaison de la plupart des espèces fourragères ligneuses (cf. résultats du suivi phénologique). L'activité de broutage occupe en ce moment 8,18% du temps total des observations. Les temps consacrés au broutage chez les caprins pendant les différentes périodes sont significativement différents. Ces pourcentages de temps par ailleurs diffèrent significativement de ceux enregistrés chez les bovins. En toute période les chèvres consacrent plus de temps au broutage que les bovins.

### • Ovins

Le temps consacré au broutage par les moutons est de façon générale faible pendant toutes les saisons. Ce temps diminue de la saison pluvieuse (4,71%) à la saison post pluvieuse (1,14%) avant d'augmenter légèrement pendant la période sèche (1,96%). Cependant, il n'existe pas de différences significatives entre les différentes valeurs observées au cours des périodes successives. Les variations de la disponibilité du fourrage ligneux et herbacé expliquent ces résultats.

Les bovins et les ovins consacrent à peu près les mêmes temps à l'activité de broutage au cours des saisons successives marquées par les variations du disponible fourrager.

#### III.6.1.4. Les activités alimentaires

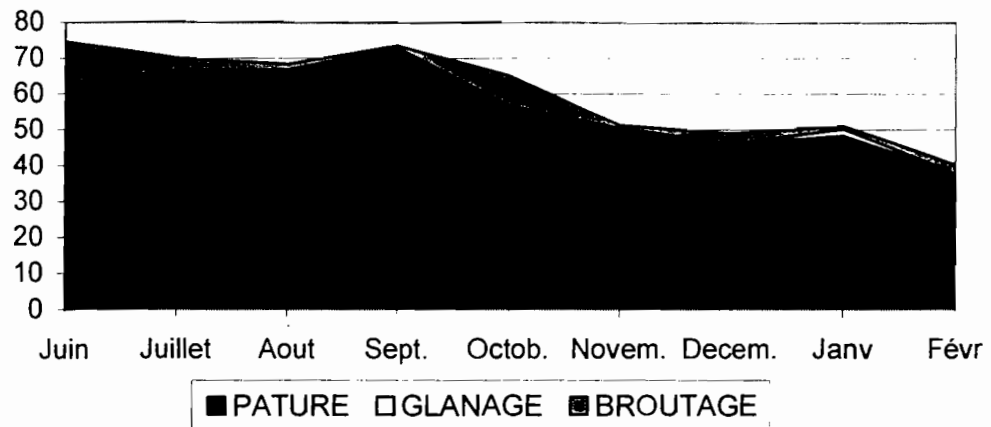
Les figures III.7, III.8 et III.9 illustrent les activités alimentaires pour les trois espèces animales.

Chez les bovins l'activité alimentaire est à son maximum en début de saison pluvieuse, en juin avec 74,64% du temps total des observations, elle diminue ensuite jusqu'au mois d'août avec 68,32% pour revenir à 73,6% en septembre avant de redescendre jusqu'à un temps minimum de 40,28% en février. Chez les ovins l'activité alimentaire évolue en dents de scie avec un pic de temps de 82,72% en début de saison pluvieuse en juin et un minimum de temps consacré à l'ingestion de 47,02% en octobre.

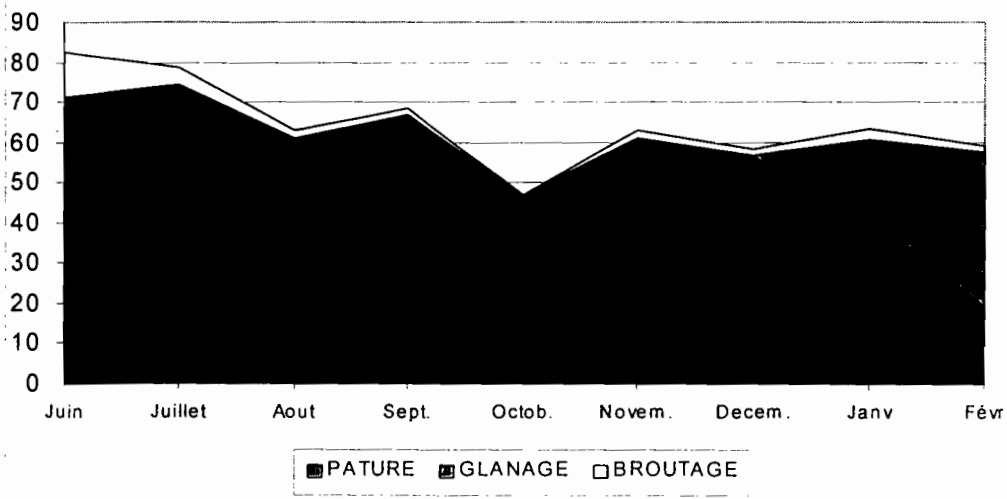
Chez les caprins l'activité alimentaire évolue aussi en dents de scie, elle atteint un pic de 79,83% de temps au mois de juillet et un minimum 46,95% du temps total de pâture en novembre.

Ces variations sont liées à l'évolution de la qualité et de la quantité du fourrage offert aux animaux sur les parcours.

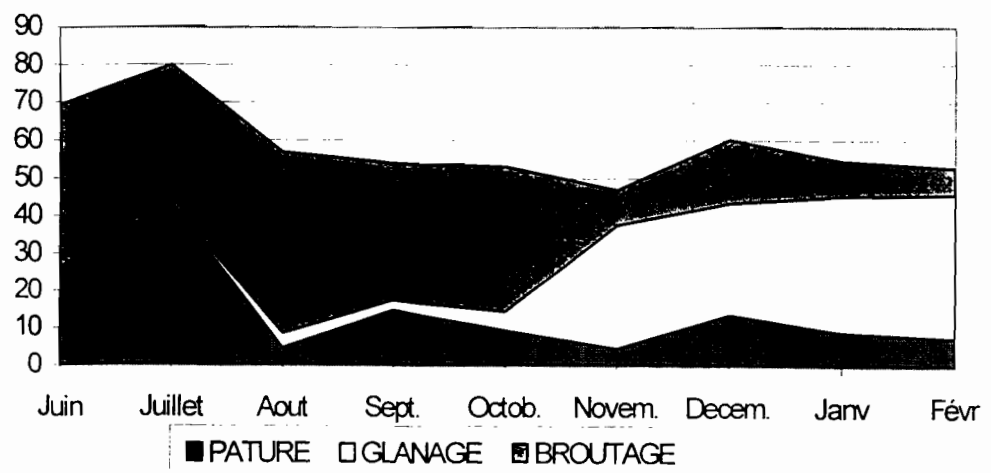
### Activités alimentaires des bovins



### Activités alimentaires des ovins



### Activités alimentaires des caprins



### III.6.1.5. Abreuvement

L'abreuvement représente la consommation d'eau de boisson par l'animal. Le temps consacré à l'abreuvement demeure très faible quelque soit la période et quelque soit l'espèce animale. Il est toujours inférieur à 4% du temps total des observations. De plus, il n'y a pas de différences significative entre les différents pourcentages de temps consacrés à l'abreuvement pour les trois espèces animales pendant les saisons successives. On remarque l'abreuvement a lieu de façon ponctuelle au cours du pâturage et s'étale sur une courte durée, ce qui fait que son observation fut aléatoire en tenant compte de l'intervalle de temps (tous les 15mn) entre les observations. Cependant, il fut pratiqué quotidiennement par les animaux suivis. Les animaux sont abreuvés en moyenne 1 à 2 fois dans les retenues d'eau temporaires rencontrées sur les parcours lors des saisons pluvieuse et post-pluvieuse. En saison sèche, les animaux sont abreuvés au forage pour les caprins et ovins et, dans des puisards creusés dans le lit du barrage du village voisin (Gankouna) pour les bovins. Le temps d'exhaure est d'environ 20 minutes avec un intervalle où les animaux se couchent sous les arbres au bord du barrage avant de revenir boire et repartir aux pâturages.

### III.6.1.6. Repos et rumination

Le repos peut être accompagné de la rumination ou non. Mais, nous avons toujours observé la rumination pendant les moments de repos. Ces deux activités conjointes peuvent se dérouler en position couchée ou debout.

#### • Bovins

Le temps consacré à l'activité de repos augmente, tout comme celui de l'activité de rumination, de la saison pluvieuse (4,61% et 2,48%) à la saison sèche (26,01% et 10,55%). Les temps consacrés à ces deux activités en période post récolte sont respectivement 15,53% et 8,87% pour le repos et la rumination. Les valeurs obtenues pendant les trois saisons présentent des différences significatives au seuil de 5% aussi bien pour le repos que pour la rumination.

Pendant la saison pluvieuse, le repos est souvent observé après l'abreuvement vers 14heures et le soir entre 16h30 et 17h30 lorsque le troupeau revient aux alentours du campement. Les animaux sont le plus souvent debout. La rumination est enregistrée immédiatement au début du repos ou vient quelques temps après le début du repos. En général l'activité de rumination n'est pas continue toute la durée du repos. La durée du repos à cette période est courte et excède rarement 30mn.

Pendant la saison post récolte, l'activité repos est observée plutôt que pendant la saison précédente, à la suite du premier abreuvement matinal. Les animaux restent sous les arbres et peuvent se coucher ou rester debout. La durée du repos est plus longue et peut atteindre 2 heures de temps. Ce repos est aussi généralement accompagné de rumination qui n'est pas continue sur toute la durée du repos. Un autre repos peut être enregistré au cours de la journée et, il intervient le plus souvent le soir au retour vers les campements. A cette période les animaux sont renvoyés en brousse pour la pâture au milieu de la nuit et ils sont ramenés le matin par le berger pour la traite avant de repartir au pâturage pour la journée.

Pendant la saison sèche le repos a lieu après le premier abreuvement entre 10h et 11h du matin aux puisards. Les animaux restent coucher ou debout sous les arbres à coté des puisards en attendant le second abreuvement qui intervient entre 13h et 14h. La durée du repos est plus longue que pendant les deux saisons précédentes. Le temps consacré à l'activité de rumination qui est observée au cours de ce repos est aussi plus long.

#### • Caprins

On constate une hausse du temps de repos et de rumination de la période pluvieuse (11,59% et 4,66%) à la période post pluvieuse (15,80% et 6,98%). Le temps de l'activité repos reste quasiment stable en saison sèche (15,74%), on n'enregistre pas de différences significatives avec le précédent ; celui de l'activité rumination augmente cependant significativement. Des différences significatives existent entre les temps de repos et de rumination pendant la saison pluvieuse et ceux de la période post récolte. Ces variations de temps d'activité restent toujours liées aux variations du disponible fourrager.

Pendant la saison pluvieuse le repos intervient en général dès le début des observations à la suite du premier abreuvement matinal. Le temps de ce repos est court, les animaux restent debout ou coucher. Le second repos intervient après l'abreuvement de l'après-midi vers 14h. Sa durée est aussi courte. L'activité de rumination peut être observée au cours de ces repos de façon continue ou pas.

Pendant les saisons post récolte et sèche en plus des courts moments de repos mentionnés précédemment les chèvres observent un temps de repos plus long le soir au retour vers le campement entre 16h30 et 17h30. Ce repos est généralement accompagné de la rumination qui n'est pas continue sur toute la durée du repos. Les temps de repos et de rumination enregistrés au cours de la période post récolte ne sont pas significativement différents de ceux observés chez les bovins pendant la même période, mais ils diffèrent

significativement pour ce qui est des autres saisons entre les deux espèces animales (p. 0.05, Turkey test).

#### • Ovins

Les temps de repos et de rumination pour les saisons pluvieuse, post récolte et sèche sont respectivement 9,79 et 5,80, 19,52 et 13,79% puis 13,52 et 4,88%. Ces valeurs présentent des différences significatives entre elles au cours des saisons successives sauf les temps de rumination de la période pluvieuse et de la périodes sèche, qui ne présentent pas de différences significatives.

Pendant la saison pluvieuse le repos intervenait généralement après l'abreuvement vers midi et le soir entre 16h30 et 17h30. Après l'abreuvement les moutons restent le plus souvent debout au bord de la retenue d'eau et pratiquent la rumination de temps à autre pendant le repos. Ils sont souvent au repos couché le soir avec ou sans rumination.

Pendant la période post récolte, le repos est enregistré aux mêmes moments que précédemment mais cette fois-ci il est plus prolongé. Les moutons restent généralement coucher (au soleil) à la mi-journée tout comme le soir. Ce repos s'effectue avec rumination interrompue de temps à autre. A cette époque l'influence de l'harmattan est grande et les températures journalières sont basses.

Pendant la saison sèche les moutons se reposent toujours aux mêmes moments que précédemment c'est-à-dire après l'abreuvement de la mi-journée et le soir vers la fin des observations. Les temps de repos observés sont moins longs que ultérieurement.

En période post récolte, il n'y a pas de différences significatives entre les temps de repos et de rumination chez les trois espèces animales. En période pluvieuse et période sèche il n'existe pas de différences significatives entre les temps de repos et de rumination des caprins et des ovins.

#### Discussions

Le comportement alimentaire de l'animal au pâturage indépendamment de l'espèce fait ressortir une relation entre l'activité alimentaire et la disponibilité des ressources fourragères dans le milieu. Les variations de l'activité alimentaire ou du temps d'ingestion ont été induites par l'évolution du disponible fourrager dans le temps. Ces observations se rapprochent de celles d'autres auteurs sous des latitudes différentes. **Cherel et al., 1991** après avoir suivi les rythmes d'activité et le régime alimentaire d'ovins sur végétations steppiques du sud de la France, ont noté que les variations du temps d'ingestion sont liées à l'évolution de la qualité de la végétation offertes aux brebis. Les observations de Ouédraogo (1998) sur les petits ruminants en station et en milieu réel dans la zone sahélienne du

Burkina Faso ont permis de noter que le comportement alimentaire manifesté par les animaux au pâturage est induit par les interactions de leurs besoins alimentaires avec les paramètres de leur environnement. Lorsque le temps de l'activité alimentaire diminue le temps des activités non alimentaires (marche et repos) augmente. Il existe probablement une relation entre les activités de marche et de repos. Les temps de marche et de repos varient dans le même sens c'est-à-dire que lorsque le temps des activités non alimentaires augmente les temps consacrés à la marche et au repos augmentent ensemble. La présence du berger au pâturage a eu une influence importante sur le comportement des animaux. Souvent le berger a été à l'origine de l'interruption de l'activité de repos ou son observation en contenant les animaux sur place généralement autour des points d'eau. La situation allait être différentes si les animaux avaient été en pâture libre sans influence extérieure et les relations entre le temps de marche et celui de repos seraient probablement bien mis en évidence.

Par ailleurs, l'activité alimentaire varie en fonction des espèces animales. Ainsi, les bovins et les ovins consacrent en général plus de temps sur les herbacées que sur les ligneux. Chez les caprins c'est l'inverse. Ces mêmes observations ont été fait par **Ouédraogo (1998)**. Ce dernier a trouvé en milieu réel pendant la période sèche fraîche que les ovins consacrent à l'ingestion 68,29% du temps total des observations dont 8,52% à la consommation des ligneux, les caprins consacrent 72,48% de leur temps à l'activité alimentaire dont 33,47% à la consommation des ligneux. Ces temps d'activité alimentaire sont comparables à ceux que nous avons enregistrés chez les mêmes espèces. Les ovins consacrent 60,16% de leur temps à l'activité alimentaire dont 21,02% à la consommation de ligneux. Les caprins 55,87% de leur temps à l'activité alimentaire dont 45,89% à la consommation de ligneux. Les différences peuvent provenir de la durée des observations ou de la méthodes de suivi ou de l'influence du disponible fourrager car notre zone d'étude une zone à forte pression animale et pendant la période sèche la disparition des ressources est rapide. Cela nous l'avons montré à travers l'évaluation de la biomasse épigée dans le temps. Les temps consacrés par les chèvres à la pâture ligneuse qui varient de 36,69 à 52,23% se rapprochent des résultats des observations de **Nianogo (1997)** dans le Sahel burkinabé. Il a trouvé que les caprins consacraient environ 38 à 67% de leur temps à la consommation des ligneux.

Les observations montrent que les chèvres et les moutons effectuent un report de leur consommation sur les ligneux lorsque la strate herbacée ne couvre plus leurs besoins. Mais ce report n'est pas effectué chez les bovins qui passent à la consommation de litière. Cependant, les observations de **Serpentié et al. (1992)** dans le Yatenga sur des ovins et des caprins mossi montraient que seules les chèvres effectuaient un report de leur consommation

sur les ligneux quand la strate herbacée ne couvrait plus leurs besoins tandis que les ovins se reconvertissaient à la consommation de la litière. Ces divergences peuvent être liées aux habitudes alimentaires mais aussi à la zone écologique.

L'analyse des comportements alimentaires des différentes espèces animales met en évidence la dépendance alimentaire des bovins essentiellement du fourrage herbacé. Ce qui explique leurs difficultés à traverser la saison sèche au cours de laquelle le fourrage herbacé est de mauvaise qualité et de disponibilité faible. Par contre les caprins et les ovins avec une consommation plus importante de ligneux surmontent mieux la période sèche.

### III.6.2. Préférences du brout par les différents types d'animaux

Les tableaux III.16, III.17 et III.18 montrent les préférences des ligneux fourragers calculées comme proportion de temps consacré à l'espèce *i* par rapport au temps total de pâture ligneuse (glanage + broutage).

**Tableau III.16 : Proportions de temps consacré aux espèces ligneuses par rapport au temps total de pâture ligneuse chez les bovins**

Espèces	Contribution en % du total de temps consacré aux ligneux		
	Saison pluvieuse	Saison post récolte	Saison sèche
<i>Boscia senegalensis</i>	25	9,80	-
<i>Combretum glutinosum</i>	3,57	19,61	-
<i>Grewia bicolor</i>	3,57	-	-
<i>Guiera senegalensis</i>	58,63	61,07	66,67
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,89	9,52	33,33
<i>Pterocarpus lucens</i>	8,33	-	-



**Tableau III.17 : Proportions de temps consacré aux espèces ligneuses par rapport au temps total de pâture ligneuse des ovins**

Espèces	Contribution en % du temps total consacré aux ligneux		
	Saison pluvieuse	Saison post récolte	Saison sèche
<i>Acacia macrostachya</i>	-	10	-
<i>Acacia nilotica</i>	5	-	3
<i>Acacia senegal</i>	-	-	17
<i>Acacia seyal</i>	2,50	-	2
<i>Balanites aegyptiaca</i>	-	-	38,05
<i>Boscia angustifolia</i>	-	-	1
<i>Cadaba farinosa</i>	-	-	1
<i>Combretum aculeatum</i>	9,47	-	1
<i>Combretum micranthum</i>	33,34	20	-
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	-	-	4
<i>Grewia tenax</i>	2,50	-	1
<i>Guiera senegalensis</i>	43,56	50	10,87
<i>Maerua crassifolia</i>	1,14	-	4,09
<i>Piliostigma reticulatum</i>	-	10	-
<i>Pterocarpus lucens</i>	2,50	-	15
<i>Sclerocarya birrea</i>	-	10	-
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-	-	2

**Tableau III.18: Proportions de temps consacré aux espèces ligneuses par rapport au temps total de pâture ligneuse des caprins**

Espèces	Contribution en % du total de temps consacré aux ligneux		
	Saison pluvieuse	Saison post récolte	Saison sèche
<i>Acacia ataxacantha</i>	0,88	1,02	1,92
<i>Acacia macrostachya</i>	1,03	2,42	-
<i>Acacia nilotca</i>	1,23	2,85	-
<i>Acacia senegal</i>	20,20	38,13	48,18
<i>Acacia seyal</i>	0,68	0,94	2,72
<i>Adansonia digitata</i>	1,69	-	-
<i>Anogeisus leiocarpus</i>	-	1,30	-
<i>Balanites aegyptiaca</i>	7,87	11,89	14,86
<i>Bauhinia rufescens</i>	-	-	-
<i>Boscia angustifolia</i>	0,68	0,71	0,96
<i>Cadaba farinosa</i>	-	0,68	2,54
<i>Capparis corymbosa</i>	1,03	1,79	1,92
<i>Combretum aculeatum</i>	4,09	4,56	-
<i>Combretum glutinosum</i>	0,59	-	-
<i>Combretum micranthum</i>	7,94	3,75	-
<i>Commiphora africana</i>	9,86	-	0,96
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	0,63	-	-
<i>Dichrostachys cinerrea</i>	-	0,31	-
<i>Diospiros mespiliformis</i>	1,39	-	-
<i>Grewia villosa</i>	0,34	-	-
<i>Grewia bicolor</i>	3,05	2,44	0,48
<i>Grewia flavescens</i>	1,65	0,31	0,48
<i>Grewia tenax</i>	0,98	1,31	-
<i>Guiera senegalensis</i>	24,30	1,69	3,45
<i>Maerua cracifolia</i>	4,25	6,82	10
<i>Pterocarpus lucens</i>	4,44	12,56	11,53
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0,85	4,48	-

Sur toute la période des observations les préférences de brout ont porté sur 6 espèces pour les bovins, 17 espèces pour les ovins et 27 espèces pour les caprins. Ces préférences varient d'une saison à l'autre. Ainsi la contribution au temps total de pâture ligneuse d'une espèce donnée peut être forte en saison pluvieuse mais faible pendant les autres saisons (par exemple *Guiera senegalensis* chez les caprins). La part du temps total de pâture ligneuse consacré à chaque espèce est d'autant plus réduite que les préférences de brout sont nombreuses.

### III.6.3. Hauteur de pâture

Le tableau III.19 présente les hauteurs moyennes de pâture ainsi que les hauteurs minimales et maximales atteintes suivant les espèces animales.

**Tableau III.19: Hauteurs moyennes de pâture pour les différentes espèces animales**

<b>Espèces Variables</b>	<b>Bovins</b>	<b>Ovins</b>	<b>Caprins</b>
<b>Hauteur (en m)</b>	1,47a (0,03)	0,87b (0,03)	1,57c (0,04)
<b>Hauteur minimale (en m)</b>	1,10	0,60	1,13
<b>Hauteur maximale (en m)</b>	1,90	1,19	1,88

Les moyenne portant des lettres distinctes sont significativement différentes selon le T- test ( $p < 0.05$ ) ; (.) : Erreur standard.

Les résultats montrent que ce sont les chèvres ont la hauteur moyenne de pâture la plus élevée avec 1,57m. Elles sont suivi des bovins qui broutent en moyenne à une hauteur de 1,47m. Les moutons broutent en moyenne en dessous de 1m (0,87m). En ce qui concerne la hauteur maximale de pâture, les bovins viennent en tête avec 1,90m contre 1,88m pour les caprins et 1,19m chez les ovins. De nombreux auteurs ont montré que la hauteur de pâture reste liée à la taille des animaux. Dans le cas ici des chèvres sahéliennes qui ont une taille nettement inférieure à celui des bovins mais broutant en moyenne plus haut que ces derniers, on note un caractère particulier des chèvres. En effet, elles peuvent se tenir debout sur leurs pattes postérieures en hissant leur tronc vers le haut, les pattes antérieures servant à s'appuyer sur le tronc de l'arbre ou à rapprocher les branches du museau. Cette capacité des chèvres à se dresser sur leur pattes postérieures pour se hisser plus haut est liée à leur morphologie qui présente de bons indices de finesse au niveau des pattes, du tronc et du coup. C'est une "adaptation" des chèvres à leur environnement. **Nanglem** en 2001 a montré qu'il existe, au sein même de l'espèce caprine, des variations individuelles liées à la taille des individus. Ainsi, les plus grandes chèvres broutaient plus haut que les autres. Il trouve pour les caprins une hauteur moyenne de pâture de 1.66m. Cette valeur reste proche de la nôtre.

Selon **Breman** et **De Ridder** (1991) la hauteur moyenne de pâture serait de 2m pour les bovins et de 1.50m pour les ovins et caprins. **Baas** et **Mackel** (1991) cités par **Ickowicz** (1995) donnent une hauteur de pâture de 1,75m pour les ovins et les caprins. Ces valeurs

sont supérieures aux nôtres en ce qui concernent les bovins et les ovins. Ces divergences seraient liées aux approches sans doute différentes.

## CONCLUSION GENERALE ET SUGGESTIONS

Les parcours du terroir de Tongomayel sont constitués de quatre principales unités auxquelles s'ajoutent les champs et jachères pendant la saison sèche : les unités de steppes arbustives et arborées représentent la grande part des parcours naturels ; l'unité de brousse tigrée développée sur les sols compacts et l'unité de bas-fond correspondant aux formations ripicoles, sont moins représentées.

L'évaluation du potentiel fourrager de ce terroir révèle que :

- \* la richesse floristique de la strate herbacée est de 72 espèces regroupées en 17 familles. Le tapis herbacé est caractérisé par un taux de recouvrement important (plus de 60%) des graminées annuelles qui contribuent à la définition d'un bon indice global de qualité (69,56%). La strate ligneuse discontinue, arbustive, comprend 42 espèces réparties en 17 familles, représentées principalement par les familles des Mimosaceae (19,51%), des Capparidaceae (14,63%) et des Combretaceae (12,19%). Le spectre d'appétibilité du potentiel ligneux est assez bon (61%).

- \* La production moyenne de biomasse herbacée atteint 1,95 t MS/ha sur les parcours naturels. La charge animale moyenne qui en résulte pour la saison sèche est d'environ 0,42 UBT/ha. La disparition rapide du stock de fourrager herbacé pendant la saison sèche est liée à une charge animale réelle importante. Mais la contribution des résidus de culture permet d'améliorer considérablement le disponible fourrager. Les teneurs en MAT des fourrages herbacés des pâturages et des résidus de récoltes sont faibles.

- \* L'étude phénologique de quelques principales espèces appréciées dans la zone montre que la variabilité des cycles phénologiques des espèces ligneuses fourragères permet une régulation du disponible fourrager sur les pâturages, surtout pendant la saison sèche. L'estimation de la biomasse ligneuse est alors essentiel pour une meilleure évaluation des pâturages.

- \* Le comportement alimentaire des animaux au pâturage est tributaire du disponible fourrager. Les animaux régulent leur comportement alimentaire en fonction de la disponibilité du fourrage au cours des différentes saisons. Pour ce qui est du broutage des ligneux les hauteurs moyennes de pâture varient selon les espèces animales. Les chèvres broutent en moyenne à une hauteur de 1m 57 plus élevée que celles atteintes par les bovins (1m 47) et les ovins (0m 87).

- \* Le suivi du troupeau montre que les itinéraires des animaux varient en fonction du temps et restent toujours liés au souci d'assurer les besoins alimentaires des animaux.

Ce travail, au regard des résultats obtenus, a permis une meilleure connaissance des pâturages de la zone d'étude notamment en ce qui concerne l'évaluation saisonnière du disponible fourrager en rapport avec son exploitation par les animaux. Cependant, ce travail n'a pas la prétention d'avoir tout aborder, pour cela nous suggérons que :

- une étude complémentaire d'évaluation de la biomasse ligneuse ainsi qu'une évaluation de l'influence du site sur le cycle phénologique des espèces ligneuses en raison de l'hétérogénéité des pâturages ;
- une étude complémentaire d'évaluation des stratégies d'exploitation et des modes de gestion traditionnelle des ressources fourragères par les producteurs ;
- à l'endroit des intervenants au développement de la zone, et dans l'intérêt des populations, un aménagement pastoral devrait être faite dans l'optique d'une gestion durable des pâturages et d'une amélioration de la productivité des troupeaux.
- Aussi, un intérêt pratique tiré des conclusions de cette étude serait l'instauration, en ce qui concerne les principales espèces ligneuses fourragères appréciées dans la zone, de plantations ou banques fourragères en protection.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ☞ AKPO L. E., GROUZIS M., 2000. Valeur pastorale des herbages en région, le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal. In *Tropicultura* 2000, Vol 18 n° 1; p.1-8.
- ☞ AKPO L. E., MASSE D., GROUZIS M., 2004. Durée de jachère et valeur pastorale de la végétation herbacée en zone soudanienne au Sénégal. In *Revue Élev. Méd. Vét. Pays trop.*, 2002, 55 (4). Cirad, Montpellier. p.82.
- ☞ BERAD., 2003. Etude socio-économique de la province du Soum. Rapport final. 132p.
- ☞ BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. ORSTOM, IEMVT, 266P.
- ☞ BOUDET G., 1991. Pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Ministère de la coopération française. IEMVT Paris, 261p.
- ☞ BREMAN H., DE RIDDER N., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Editions Karthala, 471P.
- ☞ BREMAN H., SISSOKO K., 1998. L'intensification agricole au Sahel. Karthala, Paris. 996p.
- ☞ BUNASOLS., 2002. Etude pédomorphologique de la province du Soum. Rapport final. 65p.
- ☞ BUNASOLS., 2003. Etude de la dégradation des terres de la province du Soum. Rapport final. 36p.
- ☞ CHEREL O., MOLENAT G., PRUD'HON M., 1991. Rythmes d'activité et régime alimentaire d'ovins sur végétation steppique du sud de la France. In *Ressources animales. Choix de la végétation pâturée par l'animal. IV<sup>e</sup> Congrès International des Terres de Parcours*, Montpellier, France, 1991. p.611-612.
- ☞ CARRIERE M., 1995. Impact des systèmes d'élevage pastoraux sur l'environnement en Afrique et en Asie tropicale et subtropicale aride et sub-aride. CIRAD, France, 73p. ORSTOM, 266p.

- ☞ CORNET A., 1981. Mesure de la biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal. *Acta Oecologica, Oecol. Plant.*, 2(16): 3 251-266p.
- ☞ DAGET P., GODRON M., 1982. Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Collection d'Ecologie 18, Masson, Paris. P.163.
- ☞ DAGET P., GODRON M., 1995. Pastoralisme. Troupeaux, espaces et société. Hatier - AUPELF / UREF. 510P.
- ☞ DAGET P., POISSONNET J., 1971. Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies. Critères d'application. *Ann. Agron*, 22 (1), p.5-41.
- ☞ DOULKOM G., 2000. Problématique des espaces agro-sylvo-pastoraux dans la province du Bam : le cas de la relique de brousse de Tanlili. Mémoire d'ingénieur, U.P.B./IDR/Elevage. 113p.+ annexes.
- ☞ FONTES J., GUINKO S., 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Ministère de la Coopération Française ; Projet Campus (88 313 101). Notice explicative, 66p.
- ☞ FOURNIER A., NIGNAN S., 1997. Quand les annuelles bloquent la succession post culturale...Expérimentations sur *Andropogon gayanus* en savane soudanienne (Bondoukuy, BF). *ORSTOM, Ecologie*, t. 28 (1) 1997, p.13-21.
- ☞ GROUZIS M., 1979. Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche de formations végétations sahéliennes. Mare d'Oursi-Haute-Volta. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer. 55p.
- ☞ GROUZIS M., 1980. Méthode d'étude des pâturages naturels. ORSTOM. Ouagadougou 28p.
- ☞ GROUZIS M., 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). ORSTOM, 336p.
- ☞ GROUZIS M., SICOT M., 1980. Une méthode d'étude phénologique de population d'espèces ligneuses sahéliennes. Influence de quelques facteurs écologiques. In Le Houérou H.N.éd., Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique. CIPEA Addis Abeba, Ethiopie, 08-12 avril 1980, p. 231-237.



- ☐ GUINKO S., 1984. La végétation de Haute-Volta. Thèse de Docteur ès sciences présentée à l'université de Bordeaux III UFR. Aménagement et ressources naturelles Département l'homme et son environnement. Tome I. 318p.
- ☐ GUINKO S., ZOUNGRANA I., ZOUNGRANA C. Y., BOUSSIM I., BELEM M., DIALLO A., SAWADOGO L., 1991. Etude agrostologique de la forêt classée de Tiogo. Rapport de consultation. Projet « bois collectifs et familiaux » Boulkiemdé-Sanguié. 44p.
- ☐ GUINKO S., ZOUNGRANA I., ZOUNGRANA C. Y., BOUSSIM I., BELEM M., DIALLO A., SAWADOGO L., 1990. Etude agrostologique de la forêt classée de Twesse, Province du Passoré, Burkina Faso, Ministère de l'environnement et du Tourisme. 38p.
- ☐ HOFFMANN O., 1985. Pratiques pastorales et dynamique du couvert végétal en pays Lobi (nord-est de la Côte d'Ivoire). Edition ORSTOM, 355p.
- ☐ ICKOWICZ A., 1995. Approche dynamique du bilan fourrager appliquée à des formations pastorales du Sahel tchadien. Thèse présentée en vue d'obtenir le grade de Docteur de l'Université de Paris XII. Université Paris XII, Val de Marne-Creteil / UFR de sciences. Spécialité : Sciences de la vie et de la santé. 461p.
- ☐ JARRIGE R., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris. 471p.
- ☐ 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 d'État, U.O-FAST. 201p.
- ☐ KENT M., COKER P., 1992. Vegetation description and analysis. A practical approach. John Wiley & Sons, Chichester. New York. Toronto. Singapore. 363p.
- ☐ KONGBO-WALI-GOGO M., 2001. Potentialités pastorales Dans les savanes du sud-ouest: cas de Sibéra et de Gbonfrera dans la province du Poni (Burkina Faso);
- ☐ LE HOUEROU H. N., 1980. Le rôle des ligneux fourragers dans les zones sahélienne et soudanienne. In LE HOUEROU H. N. 2D., Les ligneux fourragers en Afrique, état actuel des connaissances. Addis Abeba, Ethiopie, 8-12 avril, CIPEA, p. 85-101.
- ☐ LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevage. Collection précis d'élevage. Ministère de la coopération. 288p.

- ☐ MRA (Ministère des Ressources animales), 2000. Statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso, SSA – EE. 114p.
- ☐ NANGLEM N. S., 2001. Evaluation de la biomasse ligneuse accessible au caprins. Mémoire d'ingénieur, U.P.B/IDR/Elevage, 83p.
- ☐ NIANOGO A. J., 1997. Impact des pratiques d'élevage des petits ruminants sur la productivité sur l'environnement dans le bassin versant de Donsin. Rapport final de la phase I (95-97) programme SANREM/CRSP.
- ☐ OREV Y., 1987. Manuel pratique pour l'amélioration des pâturages en zone semi-arides. CTA, 123p.
- ☐ OUEDRAOGO C. H., 1998. Influence de la pâture sur la dynamique de la végétation et l'évolution pondérale chez les petits ruminants. Mémoire d'ingénieur, U.P.B/IDR/Elevage, 83p.
- ☐ OUEDRAOGO M., 1998. Productivité des écosystèmes herbacés terrestres d'Afrique intertropicale. Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences agronomiques et Ingénierie Biologique. Communauté française de Belgique/ Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 74p.
- ☐ OUEDRAOGO S., 1992. Phénologie, composition chimique et digestibilité de quelques ligneux fourragers. Mémoire de fin d'étude, I.D.R/ UO, 64p.
- ☐ PENNING DE VRIES F. W. T., 1978. Production primaire au Sahel. ORSTOM, 36p.
- ☐ PENNING DE VRIES F. W. T., DJITEYE M. A., 1991. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Pudoc Wageningen. 525p.
- ☐ PIOT J., NEBOUT P. P., NANOT R., TOUTAIN B., 1980. Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques. Etude qualitative de la zone sud de la Mare d'Oursi (BF). CTFT, IEMVT, 201p.
- ☐ POUPON H., 1979. Etude de la phénologie de la strate ligneuse à Fété Olé (Sénégal septentrional) de 1971 à 1977. Bull Inst Fondom Afr Noire (IFAN) 41 : p.44-91.
- ☐ RIVIERE R., 1977. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Ministère de la Coopération/IEMVT. 521p.

- ☐ SAVADOGO P., 2002. Pâturages de la forêt classée de Tiogo : Diversité végétale, productivité, valeur nutritive et utilisations. Mémoire d'ingénieur, U.P.B/IDR/Elevage, 105p.+ annexes.
- ☐ SAWADOGO L., 1996. Evaluation des potentialités pastorales d'une forêt nord soudanienne du Burkina Faso (cas de la forêt classée de Tiogo). Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle option biologie et écologie végétales. U.O. 125+ annexes.
- ☐ SERPENTIE G., TEZENAS DU MONTCEL L., VALENTIN C., 1992. Dynamique des états de surface d'un territoire agropastoral soudano-sahélien ; ORSTOM. p.17-19.
- ☐ TAPSOBA S. W., 2001. Phénologie, composition chimique et digestibilité de six ligneux fourragers : *Acacia raddiana* Savi, *Commiphora africana* (A. Rich.) Engl., *Grewia flavescens* Juss., *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., *Maerua crasifolia* Forsk., *Pterocarpus lucens* Lepr.. Mémoire d'ingénieur, U.P.B/IDR/Elevage, 86p.
- ☐ TOURE I., GILLET H., 1987. Technique d'inventaire des ligneux et d'estimation de la biomasse ligneuse appréciée. Actes du séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants. 16-20 novembre 1987, Ngaoundéré, Cameroun. Etudes et synthèses de l'IEMVT N° 30, Maisons-Alfort. p.8-9.
- ☐ TOUTAIN B., 1994. Végétation pastorale. Eléments minéraux des fourrages. Ressources en eaux (Burkina Faso). In Les pâturages sahéliens de l'Afrique de l'Ouest ; Extraits des atlas "Elevage et potentialités pastorales sahéliennes". CIRAD-IEMVT. p.65 à p.105.
- ☐ TRAORE A. S., 2002. Caractérisation et gestion des ressources pastorales dans la province du Noubiel: cas du terroir de Dankana. 72p.+ annexes.
- ☐ WITIG R., GUINKO S., 1995. Etude sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays avoisinants. Vol II. Université de Ouagadougou. 55p.
- ☐ ZOUNGRANA I., 1991. Recherche sur les aires pâturées du Burkina Faso. Thèse d'État, Univ. Bordeaux III U.E.R. Aménagement et ressources naturelles, 277p.
- ☐ ZOUNGRANA P., 1999. Atelier de planification du « Projet Transfrontalier de Conservation de la Biodiversité du Gourma malien et du Sahel Burkinabé ». MRA. Compte rendu, 12p.





## Annexe 5 : Fiche de relevé phénologique de terrain

Date :

Espèce :

Nom de l'observateur :

Individus par classe de hauteur	Feuillaison				Floraison			Fructification			Observations
	Fe0	Fe1	Fe2	Fe3	F11	F12	F13	Fr1	Fr2	Fr3	

Fe 0: absence de feuilles

Fe1, F11, Fr1 début de feuillaison, floraison et fructification

Fe2, F12, Fr2 correspondent respectivement à la phase de pleine feuillaison, pleine floraison et plein fructification

Fe3, F13, Fr3 marquent la fin de feuillaison, de floraison et de fructification

# ANNEXE 6 : Fiche de suivi du comportement alimentaire des animaux au pâturage

Date :

Espèce animale :

Nom de l'observateur :

Période des observations	Marche	Pâturage des herbacées	Pâturage des ligneux		Abreuvement	Repos	Rumination
			glanage	broutage			
Heure de départ							
Heure de retour							
Nombre d'observations							

## Annexe 7 : Espèces herbacées recensées selon les unités et leurs contributions spécifiques

Espèces	FB	Is	Bas-fond	Brousse tigrée	Steppe arbustive	Steppe arborée	Champs
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Au	0	0,04				1,73
<i>Achyrentes sp</i>	Au	1	0,17	0,52			
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	Le	2	2,35		2,01		3,94
<i>Andropogon gayanus</i>	Gv	3	5,53				
<i>Andropogon sp</i>	Gv		0,13				
<i>Aristida adscensionis</i>	Ga	2	0,70	0,15	6,99		
<i>Boerhavia erecta</i>	Au	0		0,52			
<i>Borreria filifolia</i>	Au	1	6,62		1,68		0,58
<i>Borreria radiata</i>	Au	1	2,48	2,07	1,57		0,77
<i>Brachiaria sp</i>	Ga	3	1,92	3,25	21,82	17,97	0,58
<i>Cassia mimosoïdes</i>	Le	2	8,27		0,11		
<i>Cassia obtusifolia</i>	Le	1	1,57	2,14	1,62	7,74	0,58
<i>Celosia laxa</i>	Au	0					0,29
<i>Cenchrus biflorus</i>	Ga	3			0,45		3,94
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Ga	3			0,17		
<i>Chloris pilosa</i>	Ga	Ga3	3,74	1,41	0,11	1,21	
<i>Chloris prieurii</i>	Ga	3	0,52		2,74	4,19	0,19
<i>Commelina benghalensis</i>	Au	2			0,11		
<i>Commelina difusa</i>	Au	2					1,25
<i>Corchorus tridens</i>	Au	1	0,13				
<i>Crotalaria sp</i>	Au	0		0,15			
<i>Cyperus rotundus</i>	Cy	2				0,56	1,92
<i>Cyperus sp</i>	Cy	2	0,87	1,48	0,90		0,77
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Ga	2	2,61	2,00	5,93	8,78	2,11
<i>Digitaria horizontalis</i>	Ga	2	8,40	2,00	1,57	4,92	22,86
<i>Eleusine indica</i>	Ga		0,11				
<i>Eragrostis aspera</i>	Ga	3	8,40	3,85	4,36	1,13	
<i>Eragrostis cilianensis</i>	Ga	2	2,02	1,70			
<i>Eragrostis ciliaris</i>	Ga	2	0,61				
<i>Eragrostis tenella</i>	Ga	3		0,22		1,69	
<i>Eragrostis tremula</i>	Ga	3	2,92	4,14	3,75	1,53	33,62
<i>Eragrostis Turgida</i>	Ga	1		0,22			
<i>Euphorbia sp</i>	Au	0	0,13	0,81		0,48	0,1
<i>Evolvulus alsinoides</i>	Au	1	0,09	0,15	0,11		
<i>Fimbristylis sp</i>	Cy	1	0,04	0,22	0,22	0,24	
<i>Hackelochloa granularis</i>	Ga	3	0,61	1,48			0,29
<i>Hibiscus sabdarifa</i>	Au	1	0,09				
<i>Hyptis Lanceolata</i>	Au	0	0,09	0,15			
<i>Indigofera hirsuta</i>	Le	0	0,09	0,07			
<i>Ipomea asarifolia</i>	Au	1	0,04		0,17		0,58
<i>Ipomea eryocarpa</i>	Au	2	0,91	0,30			0,86
<i>Ipomea vagans</i>	Au	2	0,04	0,15			
<i>Ischaemum sp</i>	Ga	1	0,09		0,06		
<i>Kyllinga pumila</i>	Cy	1	0,09	0,07			
<i>Kyllinga sp</i>	Cy	1	0,04				



Annexe 7 (suite) : Espèces herbacées recensées selon les unités et leurs contributions spécifiques

<i>Leptadenia hastata</i>	Au	1	0,65		0,45		0,1
<i>Leucas martinicensis</i>	Au	0					0,29
<i>Loudetia togoensis</i>	Ga	0	1,04	2,00	1,85		
<i>Ludwigia sp</i>	Au	0					6,63
<i>Melochia corchorifolia</i>	Au	1	0,17				
<i>Microchloa indica</i>	Au	1	1,13	30,40		6,37	
<i>Mitracarpus scaber</i>	Au	0		0,37			
<i>Mitracarpus villosus</i>	Au	0					3,27
<i>Mollugo nudicaulis</i>	Au	0			0,06		
<i>Monechma ciliatum</i>	Au	0	0,13		0,11		
<i>Panicum laetum</i>	Ga	3	10,23	14,13	1,85	9,43	1,25
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Ga	3	3,83	0,22	0,34		2,02
<i>Pergularia tomentosa</i>	Au	0	0,13				
<i>Phyllanthus amarus</i>	Au	0	0,04	0,07			
<i>Polycarpha eriantha</i>	Au	0					0,29
<i>Polycarpha sp</i>	Au	0					0,19
<i>Portulaca sp</i>	Au	0			0,17	0,24	
<i>Schizachyrium exile</i>	Ga	2	4,96	0,07	0,84	0,24	2,59
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	Ga	3	2,09	0,37	8,45	3,87	0,29
<i>Setaria pallide-fusca</i>	Ga		8,10	7,62			0,19
<i>Sida alba</i>	Au	0	0,17				
<i>Sporobolus ciliaris</i>	Ga	1					0,48
<i>Striga hermontica</i>	Au	0					3,55
<i>Tephrosia pedicellata</i>	Le	1	0,09				
<i>Triumphetta rhomboïdea</i>	Au	0	0,17	1,85			
<i>Walteria indica</i>	Au	0			0,06		0,1
<i>Zornia glochidiata</i>	Le	2	4,61	13,68	29,16	28,69	

**Annexe 8 : Liste des espèces ligneuses ordonnées par unité et leur densité (N/Ha)**

Espèces	App.	Bas-fond	Brousse tigrée	Steppe arborée	Steppe arbustive
<i>Acacia albida</i> Del.	A	0	0		2
<i>A. ataxacantha</i> DC.	TA	3	17	1	
<i>A. macrostachya</i> Reichenb. ex Benth	TA	0	3		
<i>A. nilotica</i> var. <i>Adansonii</i>	TA	5	0	11	24
<i>A. raddiana</i> Savi	TA	1	0	3	
<i>A. senegal</i> (L.) Willd.	TA	2	51	110	2
<i>A. Seyal</i> Del.	TA	6	0	1	7
<i>Adansonia digitata</i> L.	TA	1	0		
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. Et Perrott.	PA	6	0		
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	TA	137	14	49	136
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	PA	3	0		
<i>Boscia angustifolia</i> A. Rich.	TA	1	61	23	
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. ex Poir.	TA	0	230	94	
<i>Cadaba farinosa</i> Forsk.	TA	0	2	0	
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. F.	NA	0	0		1
<i>Capparis corymbosa</i>	TA	2	2	3	0
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	PA	2	0		
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	TA	105	53	33	10
<i>C. glutinosum</i> Perrott. ex DC.	PA	10	2	1	
<i>C. micranthum</i> G. DON	PA	188	253	5	
<i>Commiphora africana</i> (A. Reich.) Engl.	TA	1	52	11	
<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. et Perrott.	TA	0	4		
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	TA	11	32		2
<i>Diospyros mespilliformis</i> Hochst. Ex. A. DC.	PA	0	0		
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	TA	11	1		
<i>Gardenia ternifolia</i> Schum. et Thonn.	PA	2	3		
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	TA	5	75	21	
<i>G. flavescens</i> Juss.	TA	13	214	24	
<i>G. tenax</i> (Forsk.) Fiori	TA	8	1	1	
<i>G. villosa</i> Willd.	PA	3	0		1
<i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	A	43	57	36	20
<i>Hyphaena thebaica</i> Mart.	NA	0	0		8
<i>Maeru angolensis</i> DC.	TA	2	3		
<i>M. crassifolia</i> Forsk.	TA	2	0	40	1
<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O. Ktze.	TA	1	0		
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst	A	13	0		
<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. et Perrott.	TA	2	454	46	
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	TA	3	0	1	
<i>Securinega virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Baill.	TA	2	0		
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	NA	0	1		
<i>Ximenia americana</i> L.	NA	1	4		
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	TA	4	1	1	7

**Annexe 9 : Liste floristique des ligneux recensés par famille**

<b>Familles</b>	<b>Espèces</b>	<b>App.</b>
<b>Mimosaceae</b>	<i>Acacia albida</i> Del.	A
	<i>A. ataxacantha</i> DC.	TA
	<i>A. macrostachya</i> Reichenb. ex Benth	TA
	<i>A. nilotica</i> var. <i>Adansonii</i>	TA
	<i>A. raddiana</i> Savi	TA
	<i>A. senegal</i> (L.) Willd.	TA
	<i>A. Seyal</i> Del.	TA
	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	TA
<b>Combretaceae</b>	<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	TA
	<i>C. glutinosum</i> Perrott. ex DC.	PA
	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. Et Perrott.	PA
	<i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	A
	<i>C. micranthum</i> G. DON	PA
<b>Capparidaceae</b>	<i>Capparis corymbosa</i>	TA
	<i>Boscia angustifolia</i> A. Rich.	TA
	<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. ex Poir.	TA
	<i>Cadaba farinosa</i> Forsk.	TA
	<i>Maerua angolensis</i> DC.	TA
	<i>M. crassifolia</i> Forsk.	TA
<b>Caesalpiaceae</b>	<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst	A
	<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	PA
	<i>Cassia sieberiana</i> DC.	PA
<b>Bombacaceae</b>	<i>Adansonia digitata</i> L.	TA
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. Ex. A. DC.	PA
<b>Rubiaceae</b>	<i>Feretia apodanthera</i> Del.	TA
	<i>Gardenia ternifolia</i> Schum. et Thonn.	PA
	<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O. Ktze.	TA
<b>Tiliaceae</b>	<i>Grewia bicolor</i> Juss.	TA
	<i>G. flavescens</i> Juss.	TA
	<i>G. tenax</i> (Forsk.) Fiori	TA
	<i>G. villosa</i> Willd.	PA
<b>Asclepiadaceae</b>	<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. F.	NA
<b>Palmae</b>	<i>Hyphaena thebaica</i> Mart.	NA
<b>Burceraceae</b>	<i>Commiphora africana</i> (A. Reich.) Engl.	TA
<b>Fabaceae</b>	<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. et Perrott.	TA
	<i>Dalbergia melanoxydon</i> Guill. et Perrott.	TA
<b>Balanitaceae</b>	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	TA
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	TA
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Securinea virosa</i> (Roxb. Ex Willd.) Baill.	TA
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	NA
<b>Olcaceae</b>	<i>Ximenia americana</i> L.	NA
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	TA