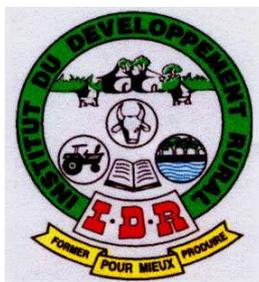


BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL (IDR)



THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du

DOCTORAT UNIQUE EN DÉVELOPPEMENT RURAL

OPTION : Systèmes de Production Animale
SPÉCIALITÉ : Nutrition et Alimentation

Par André Kiema
Ingénieur d'élevage

**THÈME : EFFETS DES TECHNIQUES DE
RESTAURATION ET D'EXPLOITATION DES
PÂTURAGES NATURELS SAHÉLIENS SUR LA
DYNAMIQUE DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE**

Soutenue le 23 avril 2008 devant le jury d'examen composé de :

M. Léonard-Elie AKPO	Professeur titulaire, Université Cheikh Anta-Diop, Dakar (Sénégal)	Président du jury & rapporteur
M. Aimé Joseph NIANOGO	Maître de Conférences, IDR/UPB (Burkina Faso)	Directeur de thèse
M. Bismarck Hassan NACRO	Maître de Conférences, IDR/UPB (Burkina Faso)	Rapporteur
M. Adjima THIOMBIANO	Maître de Conférences, UFR/SVT Université de Ouagadougou (Burkina Faso)	Rapporteur

Avril 2008

Remerciements

Au terme de ce travail, j'aimerais exprimer ma profonde gratitude à tous ceux et celles qui ont cru et contribuer sa réalisation :

A l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso pour l'assistance scientifique qui a permis l'exécution de tous les travaux de recherche depuis 2002. En particulier j'aimerais exprimer toute ma reconnaissance à l'Institut de Développement Rural (IDR) pour avoir accepté mon inscription en troisième cycle.

A l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) pour l'assistance financière qui a permis l'exécution des travaux de recherches présentés dans la présente thèse.

Au Centre Régional de Recherches Environnementale et Agricole du Sahel pour avoir abrité les différents travaux de recherche.

Je voudrais particulièrement exprimer ma gratitude au Prof. Aimé Joseph Nianogo de l'Institut de Développement Rural (IDR) – Union mondiale pour la nature (UICN) pour avoir accepté d'encadrer ces travaux de recherche. J'ai particulièrement été très confiant de travailler sous sa Direction scientifique. Qu'il trouve dans l'aboutissement de ce travail le couronnement de ses efforts.

J'exprime mes remerciements au Président de Jury & rapporteur Prof. Léonard-Elie AKPO, aux rapporteurs Prof. Adjima Thiombiano et Prof. Bismarck Hassan Nacro pour avoir accepté siéger dans notre jury et les contributions apportées au mémoire. J'exprime également ma gratitude au Prof. Chantal Yvette Kaboré – Zoungana pour les contributions scientifiques et les encouragements au cours des travaux. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements renouvelés.

A tous les collègues de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles j'aimerais traduire toute ma reconnaissance pour les contributions et le soutien tout au long de ces six années de travaux scientifiques. Je remercie particulièrement :

- Messieurs Blama Jalloh et Arouna Zalle dont les mémoires de fin de cycle ingénieur (IDR) et technicien supérieur d'élevage (TSE) ont respectivement été effectués au cours de ces travaux.

- Messieurs Ousmane Zono, Boubacar Diafrag, Bobo Coulibaly pour la collecte des données sur le terrain et à monsieur Hamidou Koama pour le formatage du présent document.

- Dr Ouédraogo Tinrmegson, Chef de département production animale, Jacques Somda, Savadogo Moumini, Kagoné Hamade, Chef programmes petits ruminants, Sohero Adama, Chef programme gestion des ressources naturelles / système de production et messieurs Gnanda B. Isidore, Sanou Seydou, Samandoulgou Yahaya pour leurs encouragements.

A toute ma famille j'aimerais à travers l'aboutissement de ce travail leur exprimer ma gratitude pour tout le soutien dont j'ai pu bénéficier. Je pense particulièrement à mon épouse Ouédraogo Djénéba et à ma fille mademoiselle Annie Armabelle Wend-Kouni Kiema. A mes sœurs Parfaite Wenkom Kiema et Minata Ouédraogo, j'exprime également tous mes sincères remerciements. C'est en partie grâce à leur soutien constant que ce travail a pu également avoir lieu. Qu'elles trouvent dans ce travail une partie de leur contribution.

Table des matières

LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES.....	XI
LISTE DES PHOTOS.....	XII
SUMMARY	XIII
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	XIV
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LE SAHEL BURKINABE	5
CHAPITRE 1	5
GENERALITES SUR LE SAHEL BURKINABE	5
1.1. INTRODUCTION	5
1.2. MILIEU PHYSIQUE.....	5
1.2.1. Zone d'étude	5
1.2.2. Climat.....	7
1.2.2.1. Vents.....	7
1.2.2.2. Pluviosité.....	8
1.2.2.3. Evapotranspiration	9
1.2.2.4. Humidité	9
1.2.3. Sols	10
1.2.4. Les formations végétales aux Sahel.....	10
1.2.5. Production fourragère, capacité de charge et valeur pastorale des formations végétales	13
1.2.6. Qualité des phytomasses produites	13
1.3. ÉTUDE DU MILIEU HUMAIN	14
1.3.1. Population.....	14
1.3.2. Activités socio – économiques	15
1.3.2.1. Agriculture.....	15
1.3.2.2. Élevage	16
1.3.2.3. Activités secondaires	18
1.4. CONCLUSION.....	20
DEUXIEME PARTIE : IMPACT DES AMENAGEMENTS ANTI - EROSIFS SUR LA PRODUCTION FOURRAGÈRE	21
CHAPITRE 2	21
ÉTUDE BILAN DES AMENAGEMENTS ANTI – EROSIFS DANS LES PATURAGES EN REGION SAHELIENNE DU BURKINA FASO.....	21
2.1. INTRODUCTION	21
2.2. MÉTHODOLOGIE.....	22
2.2.1. Collecte des données.....	22
2.2.1.1. Structures de développement	22
2.2.1.2. Bénéficiaires.....	22
2.2.2. Analyses statistiques	23
2.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION	23
2.3.1. Bilan des techniques réalisées par les structures de développement.....	23
2.3.1.1. Bilan des techniques.....	23
2.3.1.2. Critères d'adoption des techniques.....	24
2.3.2. Bilan des perceptions paysannes.....	25
2.3.2.1. Caractéristiques socio économiques.....	25
2.3.2.2. Perception de la dégradation du couvert végétal	25
2.3.2.3. Niveau de réalisation des ouvrages à dans les villages de Lelly et Yakouta.....	26
2.3.2.4. Niveau d'implication des paysans	27
2.3.2.5. Rôle des structures de développement.....	28

2.3.2.6. Formation des producteurs	28
2.3.2.7. Financement des travaux d'aménagement	29
2.4. CONCLUSION	30

CHAPITRE 3 31

EFFETS DES CORDONS PIERREUX ET DU SCARIFIAGE SUR LA REGENERATION D'UN PATURAGE NATUREL DE GLACIS 31

3.1. INTRODUCTION	31
3.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	32
3.2.1. <i>Caractéristiques du site d'observation</i>	32
3.2.2. <i>Dispositifs expérimentaux</i>	34
3.2.3. <i>Paramètres mesurés et méthodes utilisées</i>	34
3.2.3.1. Relevés de la végétation	34
3.2.3.2. Valeur pastorale	36
3.2.3.3. Phytomasse	36
3.2.3.4. Estimation de la capacité de charge	37
3.2.3.5. Fourrage qualifié	37
3.2.3.6. Évaluation des coûts de production	37
3.2.3.7. Évaluation de la régénération ligneuse	38
3.2.3.8. Sols et Nutriments	38
3.2.3.9. Analyses statistiques	38
3.3. RÉSULTATS	39
3.3.1. <i>Impact des cordons sur la dynamique de la végétation herbacée.</i>	39
3.3.2. <i>Évaluation de la valeur pastorale.</i>	41
3.3.3. <i>Impact des cordons sur la phytomasse de la végétation herbacée.</i>	42
3.3.4. <i>Capacité de charge.</i>	43
3.3.5. <i>Fourrage qualifié.</i>	44
3.3.6. <i>Évaluation du coût de production fourragère</i>	44
3.3.7. <i>Nutriments</i>	45
3.3.7.1. <i>Caractéristiques physico-chimiques du sol</i>	45
3.3.7.2. <i>Composition chimiques des fourrages</i>	47
3.3.7.3. <i>Organisation des nutriments N et P</i>	47
3.3.8. <i>Impact sur la dynamique de la strate ligneuse</i>	48
3.3.8.1. <i>Composition floristique.</i>	48
3.3.8.2. <i>Intérêt fourrager</i>	49
3.4. DISCUSSION	49
3.5. CONCLUSION	51

CHAPITRE 4 53

EFFETS DES DIGUES FILTRANTES SUR LA PRODUCTIVITE DES PATURAGES NATURELS EN REGION SAHELIEUNE DU BURKINA FASO 53

4.1. INTRODUCTION	53
4.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	54
4.2.1. <i>Définition de la digue filtrante</i>	54
4.2.2. <i>Site d'étude et dispositifs</i>	54
4.2.3. <i>Observations</i>	55
4.2.3.1. <i>Végétation</i>	55
4.2.3.2. <i>Sols et Nutriments</i>	57
4.2.4. <i>Analyses</i>	57
4.3. RÉSULTATS	57
4.3.1. <i>Structure et composition de la végétation herbacée</i>	57
4.3.2. <i>Valeur pastorale.</i>	59
4.3.3. <i>Phytomasse produite</i>	59
4.3.4. <i>Fourrage qualifié et capacité de charge</i>	60
4.3.5. <i>Évaluation des coûts de production du fourrage</i>	61
4.3.6. <i>Sols et Nutriments</i>	62
4.3.6.1. <i>Caractéristiques physico-chimiques du sol</i>	62
4.3.6.2. <i>Effets sur les mobilisations d'azote et de phosphore</i>	63
4.4. DISCUSSION ET CONCLUSION	63

CHAPITRE 5	65
EFFETS DU SOUS SOLAGE SUR LA PRODUCTION FOURRAGERE DES PATURAGES NATURELS DE GLACIS	65
5.1. INTRODUCTION	65
5.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	66
5.2.1. <i>Dispositif expérimental</i>	66
5.2.2. <i>Méthodes</i>	67
5.2.2.1. <i>Pluviométrie</i>	67
5.2.2.2. <i>Végétation herbacée</i>	67
5.2.2.3. <i>Végétation ligneuse</i>	68
5.2.2.4. <i>Analyse statistique</i>	68
5.3. RÉSULTATS	69
5.3.1. <i>Structure et composition de la végétation</i>	69
5.3.2. <i>Valeur pastorale</i>	70
5.3.3. <i>Phytomasse produite</i>	70
5.3.4. <i>Fourrage qualifié et capacité de charge</i>	71
5.3.5. <i>Évaluation des coûts de production du fourrage</i>	72
5.3.6. <i>Intérêt fourrager de la végétation ligneuse</i>	73
5.4. DISCUSSION	73
5.5. CONCLUSION	75
 TROISIEME PARTIE : IMPACT DES MODES D'EXPLOITATION SUR LA DYNAMIQUE DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE	 76
CHAPITRE 6	76
CARACTERISATION DE LA COLLECTE ET DE LA CONSERVATION DU FOURRAGE DANS LES EXPLOITATIONS	76
6.1. INTRODUCTION	76
6.2. MÉTHODOLOGIE	77
6.2.1. <i>Présentation de la zone d'étude</i>	77
6.2.2. <i>Collecte de données</i>	77
6.2.3. <i>Analyse statistique des données</i>	78
6.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION	79
6.3.1. <i>Caractéristiques générales des exploitations</i>	79
6.3.1.1. <i>Dotation en ressources</i>	79
6.3.1.2. <i>Caractéristiques des producteurs enquêtés</i>	79
6.3.2. <i>Évaluation quantitative et qualitative des fourrages stockés</i>	81
6.3.2.1. <i>Évaluation quantitative</i>	81
6.3.2.2. <i>Évaluation qualitative</i>	82
6.3.2.3. <i>Cultures fourragères</i>	83
6.3.3. <i>Sites de collecte du fourrage</i>	84
6.3.4. <i>Période de production du fourrage</i>	85
6.3.5. <i>Achat et vente des fourrages</i>	86
6.3.6. <i>Gestion des stocks fourragers</i>	87
6.4. CONCLUSION	88
CHAPITRE 7	90
EFFETS DE LA FAUCHE ET DE LA PATURE SUR LA DYNAMIQUE DE LA VEGETATION D'UN PATURAGE DE DEPRESSION OUVERTE OU THALWEG . 90	
7.1. INTRODUCTION	90
7.2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	91
7.2.1. <i>Traitements</i>	91
7.2.1.1. <i>Dispositif expérimental</i>	91
7.2.2. <i>Observations</i>	92
7.2.2.1. <i>Composition floristique</i>	92
7.2.2.2. <i>Valeur pastorale</i>	93
7.2.2.3. <i>Phytomasse herbacée</i>	93

7.2.2.4. Strate ligneuse	94
7.2.3. Pluviométrie	95
7.2.4. Analyse statistique	95
7.3. RÉSULTATS.....	96
7.3.1. Caractéristiques de la strate ligneuse.....	96
7.3.2. Effets de la fauche et de la pâture sur la composition floristique, le recouvrement et la valeur pastorale.....	98
7.3.2.1. Zone sous houppier	98
7.3.2.2. Zone hors houppier	101
7.3.3. Effets de la fauche sur la production de phytomasse herbacée	104
7.3.3.1. Zone sous houppier	104
7.3.3.2. Zone hors houppier	105
7.4. DISCUSSION	107
7.5. CONCLUSION.....	109
CHAPITRE 8.....	110
EFFETS DE LA FAUCHE ET DE LA FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE D'UN PATURAGE D'ENSABLEMENT	110
8.1. INTRODUCTION	110
8.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	111
8.2.1. Site d'étude.....	111
8.2.2. Dispositif expérimental.....	112
8.2.2.1. Dispositif des parcelles	112
8.2.2.2. Pluviométrie.....	113
8.2.3. Relevés de la végétation	113
8.2.3.1. Phénologie	113
8.2.3.2. Recouvrement et composition floristique	113
8.2.3.3. Phytomasse	113
8.2.4. Nutriments des sols et du fourrage.....	113
8.2.5. Estimation des coûts de production.....	114
8.2.6. Analyses statistiques	114
8.3. RÉSULTATS.....	114
8.3.1. Pluviométrie	114
8.3.2. Phénologie	115
8.3.3. Caractéristiques floristiques	115
8.3.4. Recouvrement	116
8.3.5. Phytomasse	117
8.3.6. Nutriments	119
8.3.6.1. Sols.....	119
8.3.6.2. Fourrages	119
8.3.7. Estimation des coûts de production.....	120
8.4. DISCUSSIONS	122
8.5. CONCLUSION.....	124
QUATRIEME PARTIE : VALORISATION DES RESSOURCES FOURRAGERES DANS L'EMBOUCHE OVINE.....	125
CHAPITRE 9.....	125
VALORISATION DE CASSIA OBTUSIFOLIA L. DANS L'ALIMENTATION DES OVINS D'EMBOUCHE	125
9.1. INTRODUCTION	125
9.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	126
9.2.1. Description de la zone d'étude.....	126
9.2.2. Enquêtes socio - économiques.....	127
9.2.3. Matériel animal et allotement.....	128
9.2.4. Aliments et leur mode de distribution	128
9.2.5. Caractéristique de Cassia obtusifolia et méthode de collecte	129
9.2.6. Évaluation de la composition chimique des aliments	129
9.2.7. Analyse des données socioéconomiques	130
9.2.8. Analyse statistique des données zootechniques	130

9.3. RÉSULTATS.....	130
9.3.1. Caractéristiques des emboucheurs.....	130
9.3.2. Composition chimique des aliments.....	132
9.3.3. Performances zootechniques	132
9.3.4. Évolution des gains de poids	133
9.3.5. Performances financières et économiques de l'activité d'embouche	134
9.4. DISCUSSION ET CONCLUSION.....	135
CHAPITRE 10	137
VALORISATION DES FANES DE NIEBE, DES GOUSSES D'ACACIA RADDIANA SAVI ET DE PILIOSTIGMA RETICULATUM (DC.) HOCHST. DANS L'EMBOUCHE OVINE	137
10.1. INTRODUCTION	137
10.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	138
10.2.1. Dispositif général de l'étude	138
10.2.2. Essai 1	138
10.2.2.1. Matériel biologique	138
10.2.2.2. Aliments	139
10.2.2.3. Conduite de l'activité	139
10.2.2.4. Analyses statistiques.....	140
10.2.3. Essai 2	140
10.2.3.1. Matériel animal et allotement.....	140
10.2.3.2. Aliments et leur mode de distribution	141
10.2.3.3. Collecte de données	141
10.2.3.4. Analyse statistique des données zootechniques	142
10.2.3.5. Méthodes d'évaluation économique.....	142
10.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION	142
10.3.1. Essai 1	142
10.3.1.1. Composition chimique des aliments.....	142
10.3.1.2. Performances de croissance des animaux.....	143
10.3.1.3. Évolution comparée des gains de poids par ration distribuée	144
10.3.1.4. Évolution comparée de l'ingestion des matières sèches.....	145
10.3.1.5. Analyse des performances économiques.....	146
10.3.1.6. Conclusion.....	147
10.3.2. Essai 2	147
10.3.2.1. Composition chimique des aliments.....	147
10.3.2.2. Performances zootechniques	148
10.3.3.3. Évolution des gains de poids	149
10.3.3.4. Évolution des gains de poids moyens quotidiens.....	150
10.3.3.5. Évolution des matières sèches ingérées en fonction du temps d'embouche	151
10.3.3.6. Performances économiques de l'activité d'embouche	151
10.3.3.7. Conclusion.....	153
CHAPITRE 11	155
DISCUSSION GENERALE	155
11.1. CONTRIBUTION DES AMÉNAGEMENTS ANTI – ÉROSIFS À L'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE	155
11.2. IMPACT DES MODES D'EXPLOITATION	159
11.3. VALORISATION DES PRODUCTIONS FOURRAGÈRES	161
CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES.....	163
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	165
ANNEXES	172

Liste des tableaux

Tableau I: Température mensuelle et interannuelle de Dori en °C des dix dernières années	7
Tableau II: Evapotranspiration mensuelle bac de Dori en 2005 en mm	9
Tableau III: Caractéristiques et répartition des types de sols du Sahel burkinabè.....	10
Tableau IV: Les formations végétales du Sahel.....	12
Tableau V: Production fourragère et capacité de charge	13
Tableau VI: Valeur fourragère moyenne des herbacés des unités pastorales en fin de période de végétation (octobre)	14
Tableau VII: Valeur fourragère moyenne de la strate ligneuse par zone écologique (entre décembre et février)	14
Tableau VIII: Répartition de la population et des ménages par province en 1996	15
Tableau IX: Principales zones potentielles de chasse du Sahel	19
Tableau X: Structures enquêtées dans les provinces du Sahel	22
Tableau XI: Critères d'adoption des techniques de restauration	24
Tableau XII: Récapitulatif moyen des âges et des principales variables descriptives par ménage.....	25
Tableau XIII: Principales causes de dégradation de l'environnement	26
Tableau XIV: Objectifs recherchés dans la mise en place des ouvrages	26
Tableau XV: Superficies (ha) aménagées par type de technologie sur les zones pastorales	27
Tableau XVI: Mode d'acquisition du matériel	30
Tableau XVII: Variation inter annuelle de la pluviosité en mm (1999 - 2004)	32
Tableau XVIII: Effets du type d'aménagement sur le recouvrement du sol (%) de la végétation herbacée.....	39
Tableau XIX: Effets du type d'aménagement sur la dynamique inter annuelle de la contribution spécifique (%) des principales herbacées	40
Tableau XX: Effets des cordons pierreux sur la dynamique de la valeur pastorale en %.....	41
Tableau XXI: Effets du d'aménagement sur la dynamique inter annuelle des productions de phytomasse en g/m ² en septembre.....	43
Tableau XXII: Effet des aménagements sur la capacité de charge en UBT/ha en septembre.....	44
Tableau XXIII: Impact des diguettes et du scarifiage avec ou sans protection sur le fourrage qualifié	44
Tableau XXIV: Effet du type d'aménagement sur les coûts de production du fourrage.....	45
Tableau XXV: Effet de l'aménagement sur la texture du sol	45
Tableau XXVI: Effet du type d'aménagement sur la teneur du sol en carbone organique (‰), en azote total (‰), en phosphore (mg/kg), sur le pH et le rapport C/N.....	46
Tableau XXVII: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la teneur du sol en carbone organique (‰), en azote (‰), en phosphore (mg/kg), sur le pH et rapport C/N.....	47
Tableau XXVIII: Teneurs en éléments minéraux des fourrages dans les parcelles aménagées en septembre 2003.....	47
Tableau XXIX: Organisation de l'azote et du phosphore dans la phytomasse des parcelles aménagées et des témoins en septembre	48
Tableau XXX: Effets des cordons pierreux sur la composition de la strate ligneuse sur le site de Yakouta	49
Tableau XXXI: Effets de la digue filtrante sur la dynamique de la composition floristique de la végétation: terroir de Sambonaye (1999 - 2003)	58
Tableau XXXII: Effets de la digue filtrante sur l'indice de qualité (%) de la valeur pastorale des catégories d'espèces herbacées	59
Tableau XXXIII: Impact de la digue filtrante sur la production de fourrage (brute et qualifié) et la capacité de charge	61
Tableau XXXIV: Évaluation des coûts de production du fourrage dus à l'aménagement	62
Tableau XXXV: Caractéristiques physiques et chimiques des sols de la parcelle aménagée et témoin en 2003	62
Tableau XXXVI: Mobilisation d'azote et de phosphore par la phytomasse de la parcelle aménagée et le témoin en kg/ha en septembre	63
Tableau XXXVII: Hauteur d'eau tombée en mm en fonction des années sur le site pluviométrique de référence	67
Tableau XXXVIII: Contributions spécifiques (en %) des principales espèces des parcelles d'observation	69
Tableau XXXIX: Valeur pastorale (en %) des différentes catégories d'espèces fourragères.....	70
Tableau XL: Effets du sous solage sur la dynamique de la phytomasse en kg de MS/ha en septembre.....	71
Tableau XLI: Effet des sous solages sur la dynamique de la production du fourrage qualifié et de la capacité de charge (moyenne de trois ans)	72
Tableau XLII: Évaluation des coûts de production du fourrage dus à l'aménagement.....	72
Tableau XLIII: Effets du sous solage sur la densité de la régénération ligneuse.....	73
Tableau XLIV: Répartition des exploitations enquêtées selon le niveau de dotation en bovins.....	79

Tableau XLV: Dotation moyenne des classes d'exploitations en ressources animales et humaines.....	79
Tableau XLVI: Caractéristiques des producteurs enquêtés (en %)	80
Tableau XLVII: Quantité moyenne de fourrage stocké dans les exploitations (en kg de MS)	82
Tableau XLVIII: Contribution relative (en %) des types de fourrage au stock fourrager par exploitation	82
Tableau XLIX: Composition chimique des principaux types de fourrages stockés chez les producteurs (décembre 2003 à février 2004)	83
Tableau L: Importance des espèces de culture fourragère par classe de producteurs.....	84
Tableau LI: Sites de collecte des principaux type de fourrage en %	85
Tableau LII: Montant annuel (FCFA/producteur) des échanges et utilisation des recettes de vente de fourrage	86
Tableau LIII: Gestion des stocks fourragers en fonction des périodes d'utilisation et des catégories d'animaux	88
Tableau LIV: Liste des principales espèces ligneuses des parcelles traitées en 2003	97
Tableau LV: Effets de la fauche et la pâture sur la dynamique de la contribution spécifiques des principales espèces herbacées, les sols nus et la valeur pastorale sous houppier en %	100
Tableau LVI: Effets de la fauche et la pâture sur la dynamique de la contribution spécifiques des principales espèces herbacées, les sols nus et la valeur pastorale principales hors houppier en %	103
Tableau LVII: Pluviométrie mensuelle et inter annuelle (P en mm) et du nombre de jour (J) du site de Katchari (2002 à 2005)	115
Tableau LVIII: Composition chimique du sol en avril 2005 en fonction des traitements.....	119
Tableau LIX: Composition chimique du fourrage le 29 août 2005.....	120
Tableau LX: Estimation des coûts de production du fourrage à l'hectare (moyenne de 4 ans)	121
Tableau LXI: Composition alimentaire de la ration en % de la matière sèche	128
Tableau LXII: Profil socio - économique des emboucheurs (n = 48)	131
Tableau LXIII: Dotation moyenne en ressources des emboucheurs (n = 48).....	132
Tableau LXIV: Compositions chimiques des aliments en % de la matière sèche	132
Tableau LXV: Effets des fanes de <i>Cassia obtusifolia</i> (CT) sur les performances zootechniques des béliers d'embouche	133
Tableau LXVI: Performances économiques moyennes de l'activité d'embouche valorisant <i>Cassia obtusifolia</i> (CT).....	135
Tableau LXVII: Composition des rations en % des aliments distribués.....	139
Tableau LXVIII: Composition des rations en % de la matière sèche.....	141
Tableau LXIX: Composition chimique des rations	143
Tableau LXX: Performances de croissance des animaux d'embouche à Katchari	144
Tableau LXXI: Résultat d'exploitation d'embouche ovine à Katchari (FCFA/ovin).....	146
Tableau LXXII: Budget partiel de l'embouche ovine à Katchari (FCFA/ovin).....	147
Tableau LXXIII: Composition chimique des aliments distribués aux animaux.....	148
Tableau LXXIV: Évaluation des performances zootechniques des béliers d'embouches.....	149
Tableau LXXV: Marges brutes moyennes des rations alimentaires (les données économiques sont en FCFA/animal)	152

Liste des figures

Figure 1: Contexte général de l'étude d'impact des techniques d'amélioration et des modes d'exploitation des pâturages sur l'élevage	3
Figure 2: Carte de situation de la zone d'étude	6
Figure 3: Moyenne inter annuelle des précipitations (mm) des dix dernières années (1996 à 2005)	8
Figure 4: Abaque hydrothermique de la zone de Dori sur la base des observations de la pluviométrie et de la température de 2002 à 2005.....	9
Figure 5: Évolution du cheptel (en nombre de têtes) au Sahel de 1995 à 2004	17
Figure 6: Superficies (ha) de restauration des terres par technique au Sahel burkinabè.....	24
Figure 7: Dispositif expérimental.....	34
Figure 8: Plan schématique des transects (4), lignes (20) et placeaux fauchés (30) d'une parcelle cordons pierreux	35
Figure 9: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la dynamique de la contribution spécifique (CS %) des principales espèces	41
Figure 10: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la dynamique de la valeur pastorale par catégorie d'espèces fourragères (en %).....	42
Figure 11: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la production de phytomasse en kg de MS/ha en septembre	43
Figure 12: Contributions spécifiques des familles de la strate ligneuse en régénération suite à la mise en place des cordons pierreux	48
Figure 13: Effets des cordons pierreux sur la dynamique de l'appétibilité des espèces ligneuses.....	49
Figure 14: Dessin d'une digue filtrante.....	55
Figure 15: Plan schématique des transects (4), lignes (40) et placeaux fauchés (40) de la parcelle de digue filtrante.....	56
Figure 16: Impact de la digue filtrante sur la production de phytomasse des parcelles aménagée et témoin...60	
Figure 17: Dispositif expérimental de l'essai de sous solage	66
Figure 18: Effets du sous solage sur la production de phytomasse en de MS/ha en septembre	71
Figure 19: Évolution de la constitution des quantités de fourrage stocké en fonction des saisons	85
Figure 20: Dispositif expérimental des parcelles de fauche et de pâture.....	91
Figure 21: Plan schématique des lignes de points quadrats (6L) et placeaux fauchés de m ² (6X) sur une parcelle de 1 ha	92
Figure 22: Pluviométrie mensuelle inter annuelle sur la station de Katchari.....	95
Figure 23: Recouvrement de la strate ligneuse en % par classe de hauteur en 2003	96
Figure 24: Effets des traitements sur la dynamique de la production fourragère sous houppier (Gram = Graminées, Legum = Légumineuses, Cao b = <i>Cassia obtusifolia</i> , Autres = autres herbacées; FAV= Fauche avant dissémination, FAPR= Fauche après dissémination, PT= Protection simple, PAV= Pâture avant dissémination, PATS= Parcelle pâturée en toute saison).....	105
Figure 25: Effets des traitements sur la dynamique de la production fourragère hors houppier (Gram = Graminées, Legum = Légumineuses, Cao b = <i>Cassia obtusifolia</i> , Autres = autres herbacées; FAV= Fauche avant dissémination, FAPR= Fauche après dissémination, PT= Protection simple, PAV= Pâture avant dissémination, PATS= Parcelle pâturée en toute saison).....	106
Figure 26: Dispositif expérimental des parcelles de fauche	112
Figure 27: Phénogramme des principales espèces sur le site de Katchari.....	115
Figure 28: Variation inter annuelle des contributions spécifiques des principales espèces fourragères en fonction des traitements	116
Figure 29: Impact de la fauche et de la fertilisation sur le recouvrement du sol	117
Figure 30: Effet de la fauche et de la fertilisation sur la dynamique inter annuelle de la production fourragère	118
Figure 31: Effets de la fauche et de la fertilisation sur la dynamique inter annuelle de la phytomasse herbacée totale	118
Figure 32: Évolution des marges nettes de la production fourragère en fonction de la durée d'exploitation.....	121
Figure 33: Évolution des gains de poids des béliers en embouche	134
Figure 34: Évolution des gains de poids des animaux en kg des béliers en embouche	145
Figure 35: Évolution des matières sèches ingérées en g/kg de poids vif métabolique.....	145
Figure 36: Évolution des gains de poids par ration en kg des béliers en embouche	150
Figure 37: Évolution des gains de poids moyens quotidiens (GMQ) en fonction de la durée d'embouche des béliers.....	150
Figure 38: Évolution des matières sèches ingérées (MSI) en fonction de la durée d'embouche des béliers	151

Liste des photos

Photos 1 : Effets des cordons pierreux sur la dynamique de la végétation ; Yakouta septembre 2003

Photos 2 : Parcelles de sous solage

Photos 3 : Suivi – évaluation des performances des rations d’embouche

Summary

This work took place in the Sahel region of Burkina in order to set up some strategies of production improvement to set up strategies of exploitation and efficient management of fodder resources for a continued animal production and a best protection of cattle – breeder's revenues. The inquiry method consisted in study: (i) three sites the effectiveness of the adjustment processes up on the dynamic of the fodder production, the flora composition and the quality of soils nutrients and the vegetation, (ii) the impact of pasture and moving with fertilisation or not up on the dynamic and the quality of fodder, (iii) the strategies of valorisation fodder resources in animal production through the uses of animals fatten technie.

The researches work results show that the adjustments improve the recovery of the from 11,3% to 58% the growth of the fodder production was 1,6 more on the plot scored compared with the witness, 6,4 more on the sub soil plotting during the periods of studies. On the flora plan, we noticed an improvement of the species numbers compared with the witness expressing the effect trained by all the types' adjustment. The growing species are made of for the main part of: *Cassia obtusifolia*, *Panicum laetum*, *Zornia glochidiata*, *Acacia raddiana*, etc. That which have diminishes is above all: *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, *Brachiaria distichophylla*, etc.

In the case of experiments, some attempts on the reap and the pasture before the period of fructification, the dynamic of the production of the biomass materialised itself by a reduction in high de – 34,8% and – 33,7%. Concerning the absolute halt, the evolution was characterized by a growth of the production of + 27,9% whereas concerning the harvest after the fructification and pasture in any season, the variations were respectively of minus 1,4% and minus 17,4%. This dynamic specifically is characterized by a strong development of the inside grain stalks (*Cassia obtusifolia*) above all on the pastured plots in any season to the determinant of the gramineae where the represent nearly 20% or 60% of the overall productions. The works of the research of the harvest in addition the fertilization about the vegetation dynamic were too interesting for the production and the foddors quality.

But the results of the attempts show that in the domains of production and exploitation of the foddors, the producers must take into account the economical factors of profitability in addition to the duration of the fodder resources.

The partial substitution of local foddors (coming from bean the close *Cassia obtusifolia*, the close of *Piliostigma reticulatum* and the close of *Acacia raddiana*) by food coming from farm (animal food made of cotton) produced an improvement of animal productions and their profitability). The zootechnie c efficiency in addition to the low costs of substitution food helped to point out an interesting profitability for some types of ration highlighting these fodder resources. It has effectively been show that the experiments with the *Cassia obtusifolia*, the addition expensive on the direct ones were from 6985,7 to 8269,0 FCFA per animal made fatten for the best substitution rations and 2633,6 FCFA for the witness ration. In the domain of the use of ligneous foddors (clove of *Piliostigma reticulatum* and *Acacia raddiana*) and the remaining of bean, the tested rations helped to earn per animal sold 6970,2 to 8798,5 FCFA against 5970,4 for animal witness.

In short, the different improvement techniques, the natural pastures management ways as well as the valorisation of some local fodder resources help to show the diversity of possibilities of improvement of cattle breeding in the Sahel region of Burkina. But what is useful for the development, the politics and the research is mainly the creation of some conditions of their valorisation as regard to the feeble purchase power of the populations where the most are small producers with week income level.

Key words: *natural pasture, adjustment, fodder, exploitation, management.*

Liste des sigles et abréviations

ANOVA	Analysis of variance
BP	Burkina phosphate
C/N	Carbone sur Azote
CC	Capacité de Charge
CFA	Communauté Financière Africaine
CONAGES	Conseil national pour la gestion de l'environnement
CRPA	Centre Régional de Promotion Agropastorale
CRUS	Comité Régional des Unions du Sahel
CS	Contribution spécifique
CVGF	Commission Villageoise de Gestion des Forêts
CVGT	Commission Villageoise de Gestion des Terroirs
DRAHRH	Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
DRECV	Direction Régionale de l'Environnement et du Cadre de Vie
DRRA	Direction Régionale des Ressources Animales
ENEC	Enquête Nationale sur les Effectifs du Cheptel
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAP	Fauche Après Fructification
FAV	Fauche Avant Fructification
FC	Fréquence centésimale
FENU	Fonds d'Équipement des Nations Unies
FIT	Front Intertropical
FS	Fréquence spécifique
GMQ	Gain Moyen Quotidien
IC	Indice de consommation
IDR	Institut du Développement Rural
IEMVT	Institut d'élevage et de médecine vétérinaire tropicale
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
IS _i	Indice de qualité spécifique i
JALDA	Japan Agricultural Land Development Agency
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
MAD	Matière Azotée Digestible
MARA	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
MAT	Matière Azotée Totale
MM	Matière Minérale
MO	Matière Organique
MS	Matière Sèche
NPK	Azote Phosphore Potassium
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OP	Organisation paysanne
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre - Mer
PAM	Programme Alimentaire Mondiale
PATS	Pâtûre en toute saison
PDES II	Projet de Développement de l'Élevage du Soum / Phase II
PDL/ULD	Programme de Développement Local de l'Oudalan
PIB	Produit Intérieur Brut
PSB/Danida	Programme Sahel burkinabè / Coopération danoise
PSB/GTZ	Programme Sahel burkinabè/Coopération allemande au développement
SPAI	Sous Produit Agro - Industriel
SRAT	Schéma Régional d'Aménagement du Territoire
ST	Fauche sans apport d'engrais
Tab	Témoin Absolu
TC	Tourteau de coton
TS	Traitement simple
UBT	Unité Bétail Tropical
UF	Unité Fourragère
UNSO	United Nations Soudano – Sahelian Office
UPB	Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso
VP	Valeur pastorale

Introduction générale

En région sahélienne du Burkina Faso, l'élevage constitue l'activité socio – économique la plus pourvoyeuse en revenus monétaires (Thébaud, 1998). Dans cet élevage, les ruminants constituent l'essentiel du cheptel existant. La deuxième Enquête Nationale sur les Effectifs du Cheptel (ENEC II) indique que le Sahel compte 1 502 532 têtes de bovins, 940 125 ovins, 1 682 755 caprins, 64 119 asins, 9 933 camelins soit respectivement 20,6%, 14,0%, 17,0%, 7,0% et 64,1% du cheptel national (MRA, 2004). Les modes de conduite sont dominés par l'exploitation traditionnelle des ressources alimentaires qui proviennent essentiellement des pâturages naturels et des champs (Claude *et al.*, 1991). Selon le même auteur, au Sahel, "l'élevage peut être considéré comme une cueillette par animal interposé". Dans ces systèmes d'élevage, l'exploitation des ressources fourragères demeure optimale du fait du libre accès aux ressources pastorales. Le bétail se déplace en fonction de la disponibilité en fourrage et en eau selon les saisons et les années (Breman et Ridder, 1991 ; Kiema, 2002). Denève (1994) cité par le DRED (2003) a montré que l'exploitation des ressources par le bétail donne une productivité annuelle qui est de 1,5 à 10 fois plus élevée au Sahel que dans les ranchs modernes.

Cependant, de plus en plus, l'adéquation entre ces effectifs et la disponibilité des ressources alimentaires connaît des contraintes en hivernage liées à l'expansion des champs et en saison sèche en raison des charges animales élevées et à la dégradation des parcours naturels. En effet environ 3,3% des espaces pastoraux sont mis en culture chaque année tandis que la population animale croît annuellement de 2-3% (DRED, 2003). A cela s'ajoute les contraintes d'ordre climatique. Ces facteurs influencent de plus en plus négativement les modes d'exploitation qui s'effectuent de plus en plus intensivement. Cette exploitation des ressources fourragères présente des conséquences sur la végétation à travers la productivité, la qualité et la dynamique. Les signes de ces conséquences sont bien visibles à bien des égards : augmentation des sols nus, baisse de la diversité des espèces fourragères à travers la réduction des herbacées vivaces, mortalité de certains ligneux. Elle se traduit dans les mêmes moments par l'accroissement et l'intensification de certaines espèces plus résistantes aux conditions climatiques et d'exploitation intensive. En 1974, De Wispelaere et Toutain (1976) a évalué la diminution des ressources pastorales de l'ensemble du Sahel burkinabè à 20% de son potentiel fourrager de 1955. Cette diminution des ressources pastorales varie suivant les ensembles écologiques. Elle est faible sur les sols sableux mais important sur les glacis limoneux où elle peut atteindre 70 % de son potentiel. Depuis ce temps, cette dégradation s'est accrue sous l'effet des sécheresses répétitives et de la pression démographique (De Wispelaere, 1990).

Dans le même temps et eu égard à ces effets, la région connaît le départ des bras valides des ménages des zones pastorales vers la ville, une dégradation et une désorganisation généralisée de ses ressources naturelles et de leurs modes d'exploitation.

Face à cette situation de nouvelles stratégies sur les productions fourragères sont développées par les populations, les services techniques, les projets, les ONG et les différentes associations pour améliorer et mieux gérer ces ressources menacées. Par rapport aux ressources fourragères les principales actions observées ces dernières années ont concerné l'amélioration de la production à travers la récupération des zones de dégradation. Les stratégies d'exploitation concernent la collecte et la conservation des ressources fourragères des espaces à bonne productivité. Par ailleurs, très peu de techniques de gestion des ressources fourragères ont par contre été développées sur les sites récupérés ou encore moins sur les pâturages naturels. Hien (1995) souligne que quelques tentatives de surveillance collective sur des sites restaurés comme méthode de mise en défens est utilisée dans la région de Djibo, Zanamogho, etc. Cette approche met en jeu une organisation complexe des populations bénéficiaires des sites restaurés. Mais en raison des différences d'intérêts à courts et moyens termes entre les usagers pour l'exploitation de ces sites, la gestion est encore très difficile. A cela s'ajoute l'absence de législation et la précarité des règles de gestion qui ne garantissent pas la pérennité de ces actions entreprises. Les questions qui soutendent cette nouvelle dynamique sont de savoir quel est l'impact réel de ces mesures d'amélioration des espaces dégradés d'une part et la durabilité des milieux fortement exploités d'autre part, sur la dynamique de la production fourragère et donc les revenus des producteurs ? Ces questions sont d'autant plus importantes vu que le monde rural s'organise et se spécialise de plus en plus. En effet, dans le cadre de la décentralisation, les communautés rurales connaissent une réorganisation avec l'érection des Commissions Villageoises de Gestion des Terroirs (CVGT) qui travaillent en collaboration avec l'administration et les structures de développement pour la mise en place des règles internes de gestion des ressources naturelles. Cette nouvelle dynamique facilite l'élaboration des plans de gestion des zones pastorales et est à même de justifier l'intérêt qu'il y a à s'assurer de l'impact des techniques d'aménagement ou de l'exploitation des ressources fourragères des parcours. Cela peut offrir à la population un outil de planification et de gestion des ressources fourragères des zones désormais allouées à l'élevage. Les effets de la plupart des pratiques sur l'amélioration de la production fourragère et la qualité de vie des populations sont insuffisamment capitalisés. De plus, la durabilité et les conséquences de ces nouvelles pratiques sont encore méconnues.

Les quelques suivis connus de ces activités dans la zone d'étude se limitent le plus souvent à une vision contemplative de ce qui reste des activités antérieures, sans données

chiffrées, ni méthodes rigoureuses d'évaluation. Une telle situation ne permet pas d'indiquer la nature des effets et de prouver la durabilité des actions. La plupart des travaux de recherche concernant les effets des techniques sur les mouvements de l'eau et le bilan hydrique des sols induits et les caractéristiques socio – économiques ont été conduits dans le plateau central du Burkina Faso (Kambou *et al.*, 1994; Hien, 1995; Kessler *et al.*, 1998; etc.). Les travaux analogues concernant la région du Sahel ont été peu développés et il n'y a pratiquement pas encore eu de travaux d'impacts d'exploitation sur la dynamique des pâturages.

L'objectif de cette thèse est d'étudier les stratégies d'amélioration de la production, d'exploitation et de gestion efficaces des ressources fourragères en vue d'une production animale soutenue et d'une meilleure sécurisation des revenus des populations (Figure 1).

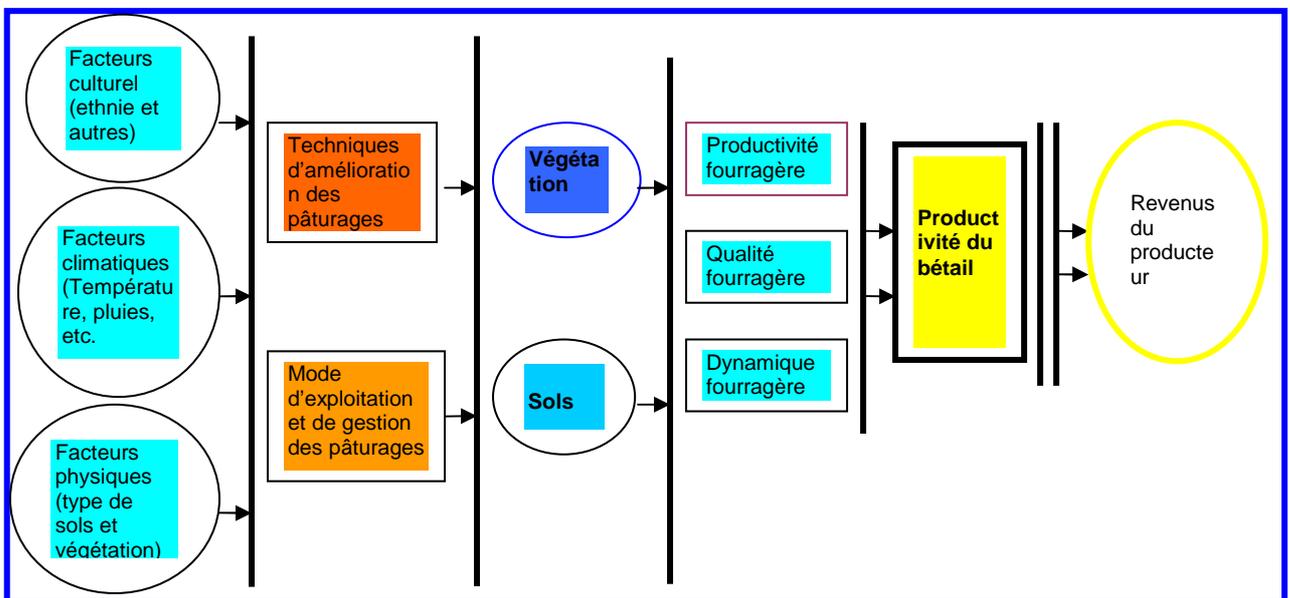


Figure 1: Contexte général de l'étude d'impact des techniques d'amélioration et des modes d'exploitation des pâturages sur l'élevage

Trois grands domaines sont abordés : (i) les principales techniques d'amélioration des productions fourragères, (ii) les principales stratégies d'exploitation et enfin (iii) les effets de la valorisation de quelques unes des principales ressources fourragères sur l'amélioration des performances de croissances des animaux et les revenus des producteurs. A travers ces trois domaines, il s'agit de montrer d'une part les possibilités d'amélioration des pâturages naturels peu productifs par l'augmentation de la production fourragère et d'autre part de trouver les meilleures formes d'exploitation et de gestion durable des parcours naturels les plus productifs.

La troisième partie étudie les possibilités de tirer meilleurs profits des principales ressources fourragères de ces parcours en vue de susciter un intérêt particulier auprès des producteurs pour leur aménagement et leur gestion durable.

En matière d'amélioration de la production, cinq principales techniques utilisées dans la récupération des terres pastorales sont décrites à travers les impacts et la durabilité. Ces techniques interviennent dans l'aménagement des différentes unités de pâturages (glacis et dépressions) en fonction du type de sol, la topographie, les moyens des producteurs, etc. Ainsi les effets des cordons pierreux, des sous solage, du scarifiage et de la protection ont été expérimentés sur des pâturages de glacis tandis que ceux de la digue filtrante ont été évalués sur un bas – fond en dégradation.

Les stratégies d'exploitation abordent les effets de la fauche et la pâture sur les zones à fort potentiel de production fourragère. Il s'agit dans cette partie d'étudier les problèmes de durabilité des parcours en réaction aux principaux modes d'exploitation en cours au Sahel. Cette partie tente également de proposer des solutions à travers des essais d'amélioration par des exploitations associées à la fertilisation. Les dépressions et les ensablements sont les unités de végétation concernées dans cette problématique. Ils se caractérisent par leur grande productivité fourragère et leur plus forte pression d'exploitation (Grouzis, 1988 ; Claude *et al.*, 1991).

La valorisation traite des effets de l'utilisation des ressources exploitées et/ou exploitables sur l'augmentation des revenus des producteurs. Pour cette partie, il est question d'évaluer l'impact de l'utilisation des ressources fourragères potentielles induites par les aménagements et/ou présentes sur les zones à "haut potentiel" de production sur les performances de croissance et de rentabilité économiques des ovins d'embouche. Le choix s'est porté sur ce type de valorisation en raison du caractère répandu de la pratique et de l'intérêt économique que cette activité a suscité depuis quelques décennies. Cette activité est également consommatrice d'une partie importante des ressources fourragères collectées et stockées. Les investigations ont porté sur *Cassia obtusifolia*, *Piliostigma reticulatum* et *Acacia raddiana* comme espèces fourragères de substitution en raison de leur disponibilité et de leurs potentialités alimentaires. La paille de graminée naturelle a été utilisée comme aliment de base.

Chapitre 1

Généralités sur le Sahel burkinabè

1.1. Introduction

L'espace rural sahélien à l'exception des champs est soumis à une exploitation traditionnelle de la végétation naturelle produite à des stades de développement phénologiques fort variés. La variété des aliments offerts sur ces parcours est également importante, ce qui permet une forte sélection des espèces végétales et des organes par les herbivores domestiques et sauvages en fonction des saisons. De plus en plus, cet espace traditionnellement concédé aux éleveurs se rétrécit d'année en année en raison de l'extension des champs de cultures liée à l'accroissement de la démographie et en raison des variations climatiques qui entraînent la dégradation de ces espaces. L'élevage sous cette forme traditionnelle est donc de plus en plus condamné à long terme et doit faire place à un système qui associe exploitation des ressources végétales avec amélioration et gestion de l'espace. Ces espaces pâturables très variés sont donc soumis à l'interaction des facteurs du milieu et de l'extension agricole. Ce premier chapitre traite de ces facteurs ayant des conséquences sur la production végétale des pâturages. Ces principaux facteurs ont trait essentiellement à la variation du milieu physique (géographique, climatiques et édaphiques) et humain (population et activités socio – économiques).

1.2. Milieu physique

1.2.1. Zone d'étude

Le Sahel est généralement défini comme étant la zone écologique comprise entre le 13^{ème} et le 17^{ème} degré de latitude Nord. Il s'étend de la côte Atlantique de l'Afrique de l'Ouest jusqu'au Soudan (Ridder *et al.*, 1982).

L'étude s'est déroulée dans le Sahel burkinabè qui est compris entre le 13^{ème} degré et le 15^{ème} degré de latitude Nord (Toutain et De Wispelaere, 1978). Il couvre une superficie de 36 166 Km² et correspond administrativement aux provinces du Séno, de l'Oudalan, du Soum et du Yagha (Figure 2).

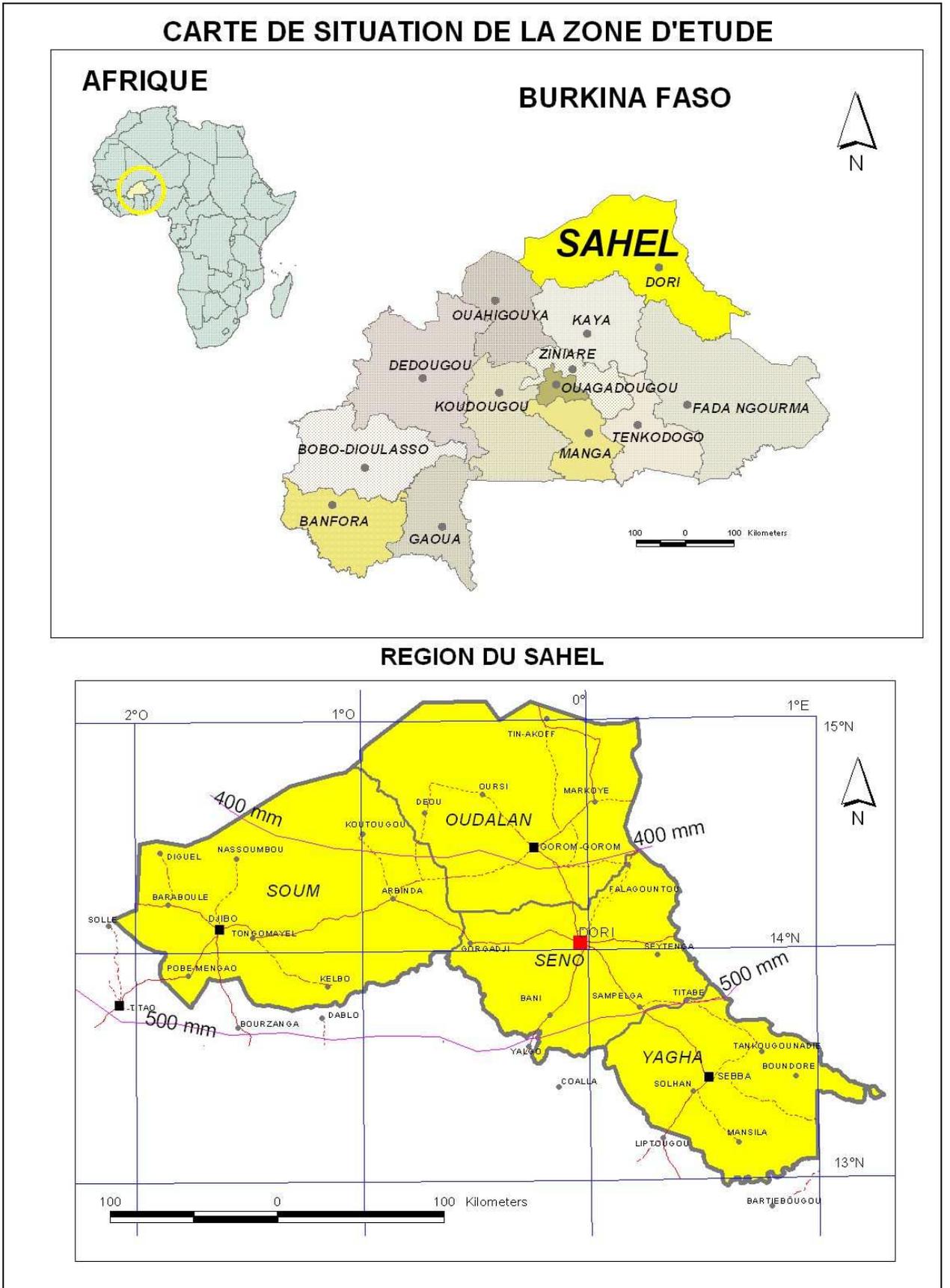


Figure 2: Carte de situation de la zone d'étude

1.2.2. Climat

Le climat de la zone d'étude est de type sahélien. Il est sous l'influence des variations inter annuelles du Front Intertropical (FIT) dont le passage sur la zone s'effectue habituellement vers mai – juin et son retour vers le sud a lieu en mi – septembre (Claude *et al.*, 1991). Ce régime détermine deux grandes saisons :

- une saison pluvieuse de trois à quatre mois qui s'étale de Juin – Juillet à Septembre et qui est sujette à de fortes variations (Tableau I).

- Une saison sèche qui dure neuf (09) mois avec trois (03) périodes bien distinctes :

* une période humide et chaude qui va de début octobre à novembre. Les températures remontent et l'humidité reste importante.

* une période sèche et froide allant de décembre à février avec des températures minima basses et une faible humidité.

* une période sèche et chaude de mars à juin/juillet avec des températures minima élevées, et une nette remontée de l'humidité.

Le régime climatique se caractérise par une forte irrégularité liée aux fluctuations des circulations atmosphériques. Les principaux facteurs connus sont les vents, la pluviométrie, l'évapotranspiration et l'humidité.

Tableau I: Température mensuelle et interannuelle de Dori en °C des dix dernières années

Mois de l'année	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Moyenne	Ecartype
Janvier	25,1	25,3	24	24	26,5	23,1	23,1	24,2	24	23,6	24,3	1,06
Février	27,9	25	28,1	25,1	24,1	25,1	25,3	28,5	26,7	29,5	26,5	1,85
Mars	31	28,8	28,9	31,6	29,2	30,9	31,4	30,1	29,5	33	30,4	1,37
Avril	32,9	32,5	34,9	34	34,9	34,6	34,4	34,8	34,2	35	34,2	0,87
Mai	34,2	33,7	35,3	34,4	35,7	35,1	35	34,6	34,4	34	34,6	0,62
Juin	32,6	32,5	32,1	33,9	32,6	32	32,7	30,6	32,3	31,2	32,3	0,89
Juillet	30,8	30	29,6	29,2	29,2	29,4	30,8	29,2	29,1	29,2	29,7	0,66
Août	28,6	29,1	28,5	27,4	28,8	28,6	28,9	28,2	29	28,5	28,6	0,49
Septembre	29,1	30	28,5	28,5	30,2	30	30,1	28,7	30,1	29,5	29,5	0,71
Octobre	30,6	32,1	31,5	30,7	31,4	30,9	29,3	31	31,5	30,3	30,9	0,78
Novembre	25,9	28,4	27,9	28,2	28,1	27,9	27,9	28,8	28,7	27,8	28	0,8
Décembre	24,6	24,3	24,9	24	23,8	25,7	24,9	23,9	26,7	25,4	24,8	0,92

Source : Communication service météorologique de Dori

1.2.2.1. Vents

Le régime des vents est très lié au régime de la mousson. Selon les descriptions de Claude *et al.*, (1991), deux types de direction du vent sont prépondérants avec une remarquable stabilité d'une année à l'autre. La première au Nord – Est et à l'Est correspond à l'harmattan de

saison sèche de novembre à avril tandis que la seconde au sud – ouest est celle du flux d’air humide de la mousson et prévaut de mai à octobre. Les mois les plus ventés sont presque toujours mai – juin – juillet.

1.2.2.2. Pluviosité

Elle est le facteur climatique le plus important et le mieux suivi au Sahel burkinabè. La moyenne annuelle des dix (10) dernières années établie sur cinq (05) postes de référence a été de 480 ± 135 mm. Elle varie à la hausse du poste le plus au nord, Djalafanka (405 ± 122 mm), au plus au sud, Sebba (540 ± 115 mm). Les postes intermédiaires représentés par Gorom Gorom (462 ± 157 mm), Dori (489 ± 151 mm), Pobé Mengao (506 ± 131 mm) présentent des moyennes intermédiaires. L’ensemble de la région est marqué par une hausse des quantités d’eau tombées ($+ 259 \pm 8,9$ mm entre 1996 et 2005). Elle est par ailleurs sujette à des variations inter – annuelles importantes avec des CV% allant de 30,1% à Djalafanka à 23,9% à Sebba (Figure 3). Les averses de début et fin de saison des pluies (mai/juin, septembre) sont généralement des pluies violentes et de courtes durées. Elles sont précédées de vents de sable particulièrement spectaculaires. Ces pluies ainsi que les vents de sable ont une force érosive importante. L’un des atouts est que le ruissellement qui en résulte alimente les mares, les boulis, les barrages, etc. Entre 2002 et 2005, l’abaque hydrothermique montre que la période active de végétation se situe aux alentours de 60 jours (Figure 4).

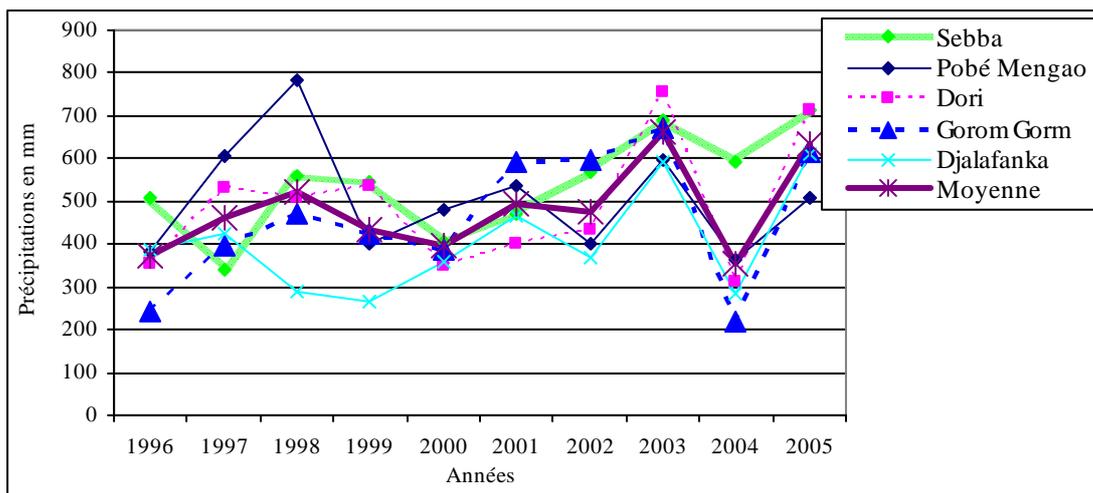


Figure 3: Moyenne inter annuelle des précipitations (mm) des dix dernières années (1996 à 2005)

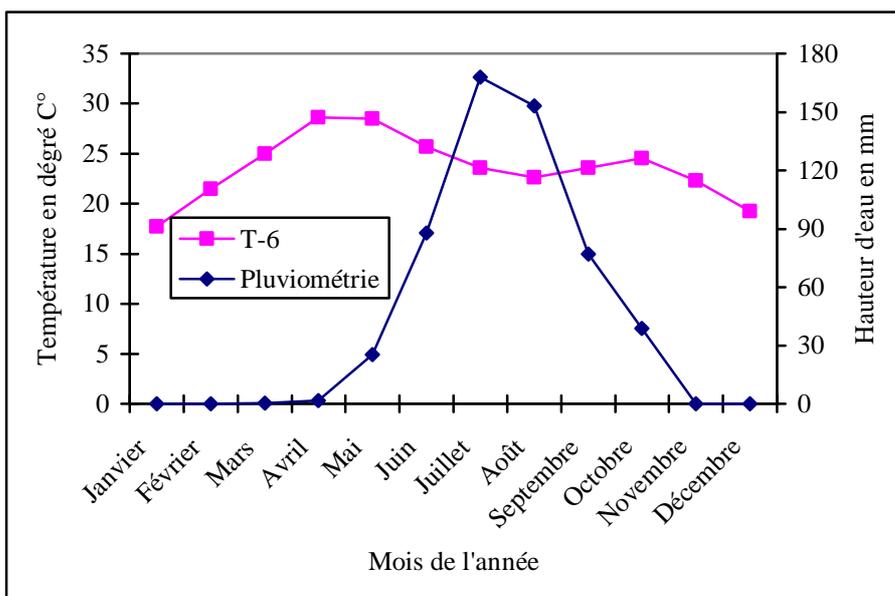


Figure 4: Abaque hydrothermique de la zone de Dori sur la base des observations de la pluviométrie et de la température de 2002 à 2005

1.2.2.3. Evapotranspiration

Le mois d’août est celui au cours duquel il est enregistré la plus grande quantité d’eau de l’année. Sans tenir compte des caractéristiques des sols, ce mois est généralement le seul mois de l’année sans stress hydrique (Tableau II). Cette situation limite la production potentielle pour les cultures pluviales et les pâturages. La période active de végétation est d’environ 1,5 mois.

Tableau II: Evapotranspiration mensuelle bac de Dori en 2005 en mm

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Valeurs en mm	245	271	341	354	335	236	195	171	202	239	239	234

Sources : station météorologique de Dori, 2005

1.2.2.4. Humidité

La zone connaît une sécheresse de l’air pendant les mois de novembre à avril. La remontée des tensions des vapeurs d’eau survient en fin de saison sèche (avril / juin) et atteint le maximum pendant la saison des pluies où l’humidité relative culmine avec l’apparition de la rosée le matin. Toutes ces variations traduisent bien l’aridité du Sahel burkinabè. Elles indiquent que l’une des contraintes majeures pour l’exploitation agricole et pastorale (pour les animaux domestiques et sauvages) des terres sont la disponibilité en eau.

1.2.3. Sols

Les sols de la zone d'intervention sont caractérisés, à l'instar de la géomorphologie générale du pays, par un aplanissement très poussé résultant d'une longue évolution géomorphologique (ORSTOM, 1969). Ils sont en général très diversifiés et en majorité de mauvais supports physiques pour la végétation en raison de leur faible perméabilité ; ce qui freine l'infiltration de l'eau. D'une façon générale, la disponibilité en eau apparaît comme une des contraintes majeures pour l'agriculture pluviale auxquelles s'ajoutent la rétention et la disponibilité en éléments nutritifs. Les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau III.

Tableau III: Caractéristiques et répartition des types de sols du Sahel burkinabè

Typologie	Caractéristiques	Superficies en Km ²				
		Oudalan	Séno	Yagha	Soum	Sahel
Sols éoliens : profonds, sableux	Ee, H, F	3544	2903	1007	789	8243
Sols éoliens : profonds, sableux en surface, argileux en profondeur	Eh, H, S	2643	2894	2517	857	8911
Sols éoliens : profonds, argilo – sableux en surface, argileux en profondeur	B, F, H, G	0	53	954	1475	2482
Sols profonds argileux	H, G, F	1524	1554	983	13	4074
Sols profonds alluviaux	D, H, T	261	188	69	214	732
Sols à profondeur moyenne et faible	Eh, P, B, F, H, G	1956	5066	1447	3239	11708
Total		9928	12658	6977	6587	36150

Sources : SRAT, 2003

B : Battance surface,
D : drainage faible,
Ee : érosion éolienne,
Eh : érosion hydrique,

F : fertilité faible,
G : taux de gravillons élevé,
H : régime hydrique déficitaire,
P : profondeur très faible,

S : structure solonetz,
T : texture argileuse lourde.

1.2.4. Les formations végétales aux Sahel

La végétation du Sahel burkinabè peut être classée en cinq groupes de formations ayant différentes potentialités fourragères (Toutain, 1994). Ces formations sont souvent également identifiées à partir de la classification géomorphologique (Tableau IV). Il s'agit des (i) Formations des steppes à épineux des étendus non gravillonnaires (ii) Steppes arbustives sur dunes et ensablements (iii) Forêts et prairies des zones inondables et marécageuses, (iv) Steppes et savanes associées aux zones de collines et reliefs (v) Formations des broussailles et forêts associées à la latérite et aux gravillons.

- Formations des steppes à épineux des étendus non gravillonnaires (50,1% des superficies).

La végétation est caractérisée par une strate arbustive à *Acacia spp.* et *Balanites aegyptiaca* (L) Del. . La strate herbacée a une répartition spontanée, irrégulière et discontinue.

Ces types de formations constituent des pâturages maigres dont les principales espèces appréciées sont représentées par *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Panicum laetum* Kunth, *Aristida adscensionis* L., *Aristida mutabilis* Trin. et Rup., *Loudetia togoensis* (Pilg.) Hubb. et *Cymbopogon schœnanthus* (L.) Spreng.

- Formations des steppes arbustives sur dunes et ensablements (16,9% des superficies).

La flore de la strate herbacée est principalement composée de *Cenchrus biflorus* Roxb., *Aristida mutabilis*, *Schoenefeldia gracilis* comme graminées et *Zornia glochidiata* Reichb. ex DC. comme légumineuse. Le recouvrement est le plus souvent continu. Cette strate est associée généralement à une strate arbustive basse et claire dont les espèces dominantes sont représentées par *Combretum glutinosum* Perr. ex DC., *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., *Acacia senegal* (L.) Willd., *Acacia raddiana* Savi., etc. Ces dernières constituent un pâturage de toute saison. La partie nord est peu exploitée par manque de points d'abreuvement. Les parties sud et ouest sont dégradées par surpâturage.

- Formations des forêts et prairies des zones inondables et marécageuses (3,4% des superficies).

Elles constituent les meilleures zones par la qualité de leur fourrage en saison sèche. La strate herbacée est habituellement constituée de graminées annuelles, *Panicum subalbidum* Kunth, *Echinochloa colona* (L.) Link, *Oryza barthii* A. Chev. et des graminées pérennes telles que *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv., *Vossia cuspidata* (Roxb.) Griff., *Vetiveria nigritana* (Benth.) Stapf, *Paspalum orbiculare* Forst. Le recouvrement est continu et la productivité élevée. La strate ligneuse, assez dense et les espèces à intérêt fourrager sont *Acacia seyal* Del., *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del., *Mitragyna inermis* (Willd.) O.ktze., *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. et Perr., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. DC. Ce sont les pâturages très exploités en saison sèche (bourgoutière pour les mares).

- Formations des steppes et savanes associées aux zones de collines et reliefs (26,7% des superficies).

Elles ont une couverture discontinue caractérisée par une alternance de bosquets assez denses et de plages herbeuses. La strate herbacée est dominée par *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*, *Pennisetum pedicellatum* Trin., etc. La strate arbustive est constituée de *Acacia laeta* R.Br. ex Benth., *Acacia raddiana*, *Combretum micranthum* G. Don, *Guiera senegalensis* et

Pterocarpus lucens Lepr. ex Guill. et Perr. Elles sont un parcours de toutes saisons et sont souvent dégradées et érodées.

- **Formations des broussailles et forêts associées à la latérite et aux gravillons (2,7% des superficies).**

Il s'agit d'une savane associée à une forêt basse. La végétation se compose essentiellement des espèces telles que *Pterocarpus lucens*, *Combretum micranthum*, *Grewia bicolor* Juss., *Commiphora africana* (A.Reich.) Engl., *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir., *Acacia senegal*, *Acacia ataxacantha* DC., *Maerua crassifolia* Forsk., etc. Pour la strate ligneuse, le recouvrement est dense. La strate herbacée est discontinue. Les principales espèces sont constituées de *Loudetia togoensis* (Pilg.) Hubb., *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*, *Elionurus elegans* Kunth. Ce sont des pâturages parcours de toutes saisons, souvent dégradées par surpâturage.

Tableau IV: Les formations végétales du Sahel

Les formations végétales	Périodes d'utilisation fourragère	Superficie en Km ²				
		Oudalan	Soum	Séno	Yagha	Sahel
Formations des steppes à épineux des étendus non gravillonnaires	Pâturage de toutes saisons	5897	6430	3646	2121	18094
Formations des steppes arbustives à graminées des dunes fixées et ensablement	Pâturage de toutes saisons et résidus de récolte	1192	448	2592	1864	6096
Formations des forêts et prairies des zones inondables et marécageuses	Pâturage saison sèche	431	374	195	333	1333
Formations des steppes et savanes associées aux zones de collines et reliefs	Pâturage de toutes saisons	2406	5162	277	1785	9630
Formations des broussailles et forêts associées à la latérite et aux gravillons	Pâturage de saisons des pluies	0	239	268	486	993
Total		9926	12653	6978	6589	36146

Source : DRED, 2003

Selon Trochain (1957), cette végétation est dominée par des steppes qui se caractérisent essentiellement par une formation herbeuse ouverte. Elle assure la transition entre les savanes soudaniennes à andropogonées et combrétacée situées plus au sud et la végétation désertique. Le découpage du Burkina Faso en territoires phytogéographiques par Guinko (1984), Fontes et Guinko (1995) situe le Sahel burkinabè dans le domaine phytogéographique sahélien. Le domaine phytogéographique sahélien comprend deux secteurs à savoir le secteur phytogéographique sahélien strict qui couvre l'Oudalan, le Nord du Séno et du Soum et le secteur phytogéographique sub-sahélien qui couvre le Yagha et les parties sud du Soum et du Séno.

1.2.5. Production fourragère, capacité de charge et valeur pastorale des formations végétales

La production fourragère, la capacité de charge et les valeurs des pâturages connaissent de très grandes variations dans les différentes unités en fonction des caractéristiques édaphiques, de la pluviosité et des niveaux d'exploitation. Les valeurs moyennes calculées par Ouédraogo *et al.*, 2005; IEMVT, 1987 sont données dans le tableau V.

Tableau V: Production fourragère et capacité de charge

Les formations végétales	Production de phytomasses Kg MS/ha/an		Capacité de charge (UBT/ha/an)	Valeur pastorale des herbacées (%)
	Herbacée	Foliaire		
Formations des steppes à épineux des étendus non gravillonnaires	0,4 à 0,97	0,1 à 0,5	0,14 à 0,3	45,1 à 46
Formations des steppes arbustives à graminées des dunes fixées et ensablement	2,2	-	0,14 à 0,4	50,6 à 61,6
Formations des forêts et prairies des zones inondables et marécageuses	4	1,1 à 1,3	0,5 à 1	53,6 à 54,3
Formations des steppes et savanes associées aux zones de collines et reliefs	0,4 à 0,6	0,4 à 1	0,29 à 0,3	42,1 à 43,2
Formations des broussailles et forêts associées à la latérite et aux gravillons	1,6 à 1,7	0,4 à 2,3	0,17 à 0,4	49,9 à 55,3
Sources	Ouédraogo <i>et al.</i> , (2005)		IEMVT (1987)	Kiema (2002)

1.2.6. Qualité des phytomasses produites

Végétation herbacée

La valeur des pâturages de la strate herbacée est très variable entre le début et la fin de la période de végétation. Certains paramètres comme les matières azotées, plus sensibles à la maturation des espèces que d'autres comme les UF, ne sont pas à même d'autoriser des productions animales en fin de période de végétation (Breman et Ridder, 1991 ; Boudet, 1991 ; Demarquilly *et al.*, 1978). Les valeurs moyennes en fin de période de végétation sont données par différents auteurs dont les principaux sont consignés dans le tableau VI.

Tableau VI: Valeur fourragère moyenne des herbacés des unités pastorales en fin de période de végétation (octobre)

Les formations végétales	MS %	CB%	MAT%	UF/kg MS	MAD (g/kgMS)	Sources
Formations des steppes à épineux des étendus non gravillonnaires	93,8	28,2	6,9	0,74	28,9	Ouédraogo <i>et al.</i> , (2005)
Formations des steppes arbustives à graminées des dunes fixées et ensablement	-	-	-	0,55	53,2	Grouzis (1988)
Formations des forêts et prairies des zones inondables et marécageuses	93	30	7,58	0,64	35,2	Grouzis (1988)
Formations des steppes et savanes associées aux zones de collines et reliefs	92,2	26,8	6,4	0,79	24,2	Ouédraogo <i>et al.</i> , (2005)
Formations des broussailles et forêts associées à la latérite et aux gravillons	94,7	31,2	4,89	0,69	10,2	Ouédraogo <i>et al.</i> , (2005)

Végétation ligneuse

Les valeurs moyennes de la qualité de la strate ligneuse par zone agro – écologique, calculées sur les principales espèces fourragères ont été données par Ouédraogo *et al.*, 2005. Ces valeurs tout en restant très variables permettent une bonne appréciation des potentialités de la qualité fourragère de la strate ligneuse (tableau VII).

Tableau VII: Valeur fourragère moyenne de la strate ligneuse par zone écologique (entre décembre et février)

Zones écologiques	MS%	CB%	MAT%	UF/ Kg MS	MAD (g/kgMS)
Nord sahélien	94,7	24,3	14,2	0,88	109,9
Sahélien	94,7	21,2	12,3	0,94	78,7
Sud sahélien	94,5	20,8	15,0	0,93	112,2

Sources : Ouédraogo *et al.*, (2005).

1.3. Étude du milieu humain

1.3.1. Population

Le Sahel burkinabè compte une population de 708 332 habitants composée de 50,16% de femmes contre 49,84% d'hommes avec une densité de 19,2 habitants au km² (INSD, 1997). Cette population comprend six groupes ethniques qui sont représentés par : le groupe foubés (Peulh) 44%; le groupe Touareg (Touareg, Bella, Maure, Hawanabe) 7,1%; les Mossi 10,1%; les Fulcé 10,6%; les Songhaï 10,3%; les autres (Gourmantché, Dogon, Haoussa, Djerma) 17,9%. Cette population est constituée de 95,7% de musulmans, 3,3% d'animistes et 1% de chrétiens (Tableau VIII).

Tableau VIII: Répartition de la population et des ménages par province en 1996

Provinces	Population	Ménages	Taille des ménages
Oudalan	137160	27319	5,02
Séno	201760	42430	4,76
Soum	252993	44549	5,68
Yagha	116419	21831	5,33
Sahel	708332	136129	5,20

Source : DRED, 2003

1.3.2. Activités socio – économiques

Une des principales caractéristiques socio - économiques du Sahel burkinabè réside dans la coexistence de l'agriculture et de l'élevage et donc de l'agropastoralisme. Les autres activités telles que l'artisanat, le commerce, la cueillette, la pêche et l'orpillage, bien que présentes dans les pratiques quotidiennes des populations, restent des activités secondaires (Claude *et al.*, 1991 ; DRED, 2003).

1.3.2.1. Agriculture

Elle constitue la principale activité socio - économique pour plus de 82% des sahéliens. Le mil (*Pennisetum typhoides* L.) et le sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sont les spéculations les plus importantes (UNSO, 1991). Cependant, l'agriculture demeure une activité extensive qui occupe une faible superficie avec de faibles taux de rendements grains moyens de mil et de sorgho allant de 150 à 400 kg/ha (Claude *et al.*, 1991 ; Kiema et Sanon, 2001). Selon la FAO (1979) citée par Penning de Vries et Djiteye (1982), les superficies des cultures et des jachères ne représentent qu'un dixième (1/10) de la superficie exploitée par l'élevage. On note, cependant une certaine augmentation des superficies ces dernières années liée à la pression démographique (UNSO, 1991). Cette agriculture subit depuis quelques années une évolution significative dans le domaine du développement des superficies emblavées et des cultures de contre saison. Les changements en cours peuvent être attribués essentiellement à l'accroissement de la population par suite de la sédentarisation de nombreux éleveurs et la reconversion des bas fonds de nombreuses zones pastorales en zone de culture. On estime la contribution des bas fonds aux besoins alimentaires à près de 30 % en dépit de leurs superficies plus réduites (3,4% de la région). Les contraintes de l'agriculture sont liées aux conditions physiques et aux systèmes de production (Compaoré et Lofu, 1999).

* Les contraintes d'ordre physique

Elles sont liées au caractère aléatoire de la pluviosité qui empêche l'intensification de l'exploitation traditionnelle des ressources naturelles. En effet une production végétale intensive serait conditionnée par des mesures efficaces de conservation de l'eau et un apport en engrais (chimiques). Aux conditions difficiles de la pluviométrie s'ajoute également différents aléas tels les attaques des cantharides et criquets, des oiseaux et insectes foreurs, etc.

* Les contraintes liées aux systèmes de production

Les systèmes de production végétale subissent le poids négatif du faible niveau d'instruction et d'encadrement des producteurs. Il ressort également des observations de nombreux auteurs que le niveau d'équipement est faible et inférieur à la moyenne nationale. Les pratiques culturales (choix des cultures et variétés, mesures de conservation des eaux et des sols, etc.) ne sont pas toujours appropriées. Ceci a comme conséquence l'envahissement des champs par le *Striga hermonthica* (Del.) Benth. , la baisse de la fertilité des sols, une faible productivité, etc. (Kiema *et al.*, 2005).

1.3.2.2. Élevage

L'élevage concerne directement 28 à 35% de la population active du Burkina Faso et contribue pour près de 10% au Produit Intérieur Brut (PIB). Au Sahel, cet élevage est dominé par les ruminants composés de bovins, d'ovins et de caprins. Parmi les monogastriques élevés, les asins, les camelins, les équins représentent les principales espèces (Figure 5).

Dans l'espèce bovine, les principales races rencontrées sont : le bovin Puli-Puli (Zébu Peulh soudanien), le bovin Bodrogui (Zébu Bororo), le Zébu Goudali et le Zébu Azawak.

Les principales races rencontrées dans l'espèce ovine sont : le mouton Bali – Bali et le mouton Peul. Les races caprines sont : la chèvre du Sahel et la chèvre rousse de Maradi.

Dans cette région, l'élevage a connu ces dernières années une augmentation significative des effectifs du cheptel comme le montre la figure. Elle permet d'observer qu'en 10 ans, le cheptel a augmenté de 19,5% pour les bovins, 30,04% pour les ovins et 27,9% pour les caprins.

Le système dominant est la transhumance, marqué par des déplacements saisonniers selon deux directions dont l'une vers le nord (surtout du côté du forage Christine, du Béli, voire du Mali) et l'autre vers les terroirs agricoles de la partie sud du pays caractérisée par un climat de type soudanien (Compaoré et Lofô, 1999 ; Claude *et al.*, 1991).

Compaoré et Lofô (1999) soulignent que malgré la charge d'exploitation considérée comme excessive, les stratégies développées actuellement à travers les thèmes techniques

d'intensification de l'élevage n'ont pas encore eu un effet significatif ni sur le cheptel, ni sur la taille du troupeau.

Pour ces auteurs, les principaux facteurs déterminants de cette évolution sont entre autres le retour des conditions pluviométriques favorables, la poursuite et l'intensification des efforts de prophylaxies, la tendance à la sédentarisation des éleveurs et à la reconversion des agriculteurs en agro – pasteurs, la persistance des acceptations culturelles qui font de l'élevage un moyen de valorisation sociale, d'épargne et de sécurisation.

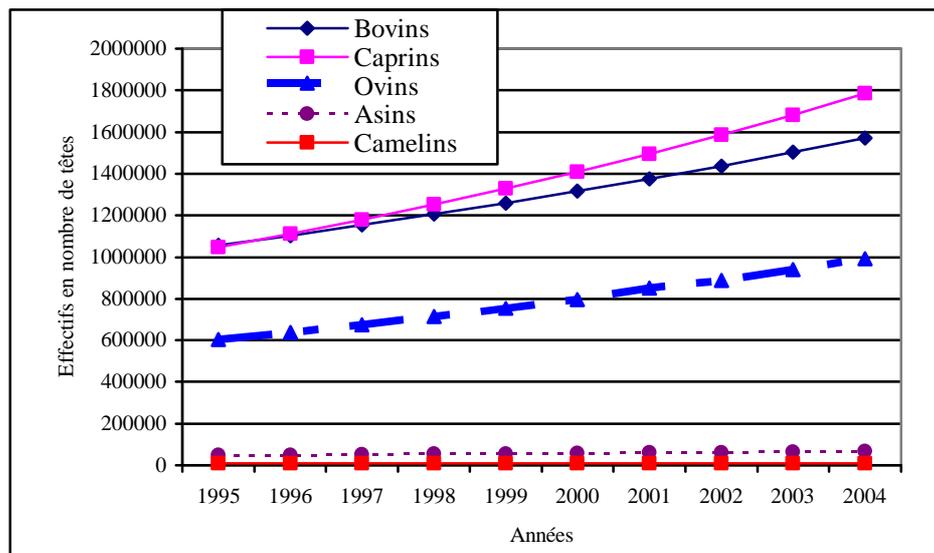


Figure 5: Évolution du cheptel (en nombre de têtes) au Sahel de 1995 à 2004

L'alimentation des animaux provient de trois sources essentielles qui sont : les pâturages naturels (herbacées et ligneux), les résidus de récoltes (paille de céréales, fanes de légumineuses, le son, les gousses et rameaux d'oseille et de sésame), et les produits de cueillette (bulbes de nénuphars). Les résidus de récolte et les produits de cueillette sont surtout utilisés sous forme de compléments alimentaires pour les animaux adultes affaiblis par la fin de saison sèche, pour les jeunes animaux (veaux) et pour les vaches laitières. De plus en plus, ces différents aliments sont également utilisés pour conduire les activités d'embouche.

En plus des trois principales sources d'alimentation des animaux ci-dessus mentionnées, les producteurs font recours aux sous produits agro-industriels (SPA) constitués surtout de tourteau ou aliment bétail et de son de blé achetés dans les marchés locaux. La complémentation minérale est de mise et plusieurs types de sels sont utilisés : le sel de cuisine, les blocs artisanaux en provenance du Niger, le sel gemme et parfois des blocs à lécher industriels (Claude *et al.*, 1991).

Concernant les mouvements du bétail, les déplacements d'animaux sont un phénomène naturel pour la zone. La transhumance est systématique pour la plupart des éleveurs, et les animaux traditionnellement concernés sont les bovins. Les principales contraintes de cet élevage sont de trois ordres :

* Les contraintes d'ordre physique : elles se manifestent avec l'insuffisance de pluie qui entraîne une extrême variation spatiale et interannuelle des capacités de charges en fourrage et des ressources hydriques. Cette situation limite dans bien des cas les possibilités d'intensification des activités de production. A cela s'ajoute l'éloignement du Sahel vis-à-vis des centres de production des sous produits agro – industriels.

* Les contraintes liées au système de production : il s'agit essentiellement des limites de la population dans l'amélioration des systèmes de production du fait de l'analphabétisme, de la faible organisation des éleveurs, de insuffisance de professionnalisme (insuffisance de développement des filières), du caractère extensif des systèmes d'élevage, etc.

* A ces deux contraintes s'ajoute la dégradation du milieu qui est pratiquement générale sur les zones de pâturages. Le phénomène est persistant depuis les grandes sécheresses et se caractérise par des mortalités de ligneux, l'expansion des sols nus comme déjà décrits. Il est constaté que la flore se simplifie à l'extrême et de nombreuses espèces fourragères sont en pleine dégradation telles *Andropogon gayanus* Kunth., etc. *Echinochloa stagnina* (Retz) P. Beauv., *Vossia cuspidata* (Roxb.) Griff. *Pterocarpus lucens* Lepr. Ex Guill. et Perr., *Adansonia digitata* L., *Acacia senegal* (L.) Willd., etc. Certains écosystèmes sahéliens sont particulièrement sensibles à cette sécheresse et surtout à l'exploitation excessive comme les plaines argileuses et les glacis gravillonnaires à végétation boisée.

L'ensemble de ces contraintes s'associent et rendent la situation de l'élevage très problématique dans la région sahélienne.

1.3.2.3. Activités secondaires

Les activités secondaires occupent une place de choix et concernent surtout la cueillette, le commerce, l'artisanat, la pêche, la chasse et le maraîchage.

- *Cueillette*

La culture du mil ne permet pas dans cette zone de subvenir régulièrement aux besoins vivriers de la plupart des familles. La cueillette des végétaux spontanés (feuilles, fruits, fleurs, tubercules, etc.) contribue alors à diversifier la ration alimentaire et à franchir les périodes de pénurie alimentaire. Cette activité est partout présente dans la région en saison sèche comme en

saison des pluies. Elle intéresse particulièrement les femmes et dans une moindre mesure les autres membres du ménage. Les produits de la cueillette sont surtout composés du fonio sauvage (*Panicum laetum*), le riz sauvage (*Oryza barthii* A. Chev.), les bulbes de nénuphar (*Nymphaea lotus* L.), le cram – cram (*Cenchrus biflorus* Roxb.) et les jujubes (*Ziziphus mauritiana* Lam.). Les jujubes sont destinés au marché tandis que les autres produits sont consacrés à l’auto consommation (Claude *et al.*, 1991).

- *Pêche*

Elle est surtout pratiquée par les mossis, gourmantchés, nigériens, maliens, etc. Les produits sont commercialisés à l’intérieur du Burkina Faso. La consommation du poisson n’est pas dans les habitudes alimentaires de la population locale. Les Peulhs et les Touareg par exemple considèrent les poissons lisses (silure, protoptère) comme assimilables à de la chair humaine.

- *Chasse*

Cette activité est organisée dans des zones spécifiques et a une certaine importance économique. De façon réglementaire, la chasse est ouverte 6 à 8 mois sur 12. Les populations sont organisées en comités villageois de gestion de la faune (CVGF) (Tableau IX). Mais la principale contrainte de cette activité demeure le braconnage. Le gibier est exploité soit par des chasseurs nationaux soit par des expatriés en collaboration avec les CVGF.

Tableau IX: Principales zones potentielles de chasse du Sahel

APF	Zone de chasse	Animaux dominants	Type d’organisation
Soum	Réserve du Séno Mango	-	CVGF / Gandefabou association de chasseurs de Déou
Markoye	Ziguibéri, Tambao, Konsi, Kouna, Darkoye	Les hyènes, les pintades, les gazelles du désert	Quatre CVGF organisés en union
Oursi	Yomboli	Les canards, les sarcelles et autres	Inexistant
Tin Akoff	Beldiabé, Fadar Fadar nord, Inabao, Massifigui, Tin – Zalayanne, Tin Rhassane	Les phacochères, les pintades et la faune aquatique	Inexistant

- *Artisanat et commerce*

L’artisanat est une activité pratiquée en toute saison dans toute la zone. Cependant, elle occupe moins de 10 % des hommes et près de 50 % des femmes. Elle concerne surtout les confections d’articles variés de maroquinerie et de vannerie dont les plus importantes sont les tentes, les coussins et les nattes. Le commerce est pratiqué partout dans la région. Cependant l’intensité de la pratique varie en fonction des saisons.

1.4. Conclusion

Cette synthèse permet de montrer qu'au Sahel, deux principaux déterminants ont un impact important sur l'évolution des ressources pastorales : la pression anthropique et la dynamique climatique. En effet, les dernières années de sécheresse (1970 et 1980) ont occasionné une exploitation de plus en plus intensive des ressources et de ce fait ont contribué à provoquer une crise sérieuse des systèmes de vie pastorale et des changements parfois dramatiques dans l'écologie des populations agro pastorales. Différents auteurs indiquent que les ressources sont fortement exploitées et que la grande majorité des activités économiques se base sur l'exploitation des ressources naturelles dans un contexte où les alternatives sont limitées comme l'a fait remarquer Thébaut (1998). L'exploitation extensive traditionnelle est de moins en moins possible à cause de la baisse de la fertilité des sols, l'érosion, et le changement de la végétation. Une exploitation plus intensive s'avère nécessaire (mesure de conservation d'eau et des sols, l'application de nutriments) et doit viser de façon durable à maximiser les profits à tirer des pâturages naturels en dépit des contraintes décrites. Il est en outre nécessaire de faire en sorte que les espaces pastorales soient pérennisées c'est-à-dire exclusivement réservés à l'élevage (et/ou à la faune sauvage). Cela peut offrir de meilleures chances de succès aux activités d'amélioration de la production, d'exploitation et de gestion des ressources fourragères.

Chapitre 2

Étude bilan des aménagements anti – érosifs dans les pâturages en région sahélienne du Burkina Faso

Résumé

Ce travail a été entrepris pour effectuer le bilan de réalisation des aménagements anti – érosifs en région sahélienne du Burkina Faso, décrire les contraintes et les principaux facteurs qui conditionnent le succès de cette réalisation. La méthode d’investigation a consisté à faire des enquêtes dans deux directions, auprès des structures de développement rural qui appuient la réalisation des aménagements et auprès de la population bénéficiaire. Les résultats montrent que les techniques de sous solage (32,2 % des superficies), les reboisements (17,8 %), les cordons pierreux (16,2 %), le scarifiage (14,2 %) sont les plus importantes avec en moyenne 1500 à 2000 ha de réalisation par type d’aménagement. De l’avis des structures enquêtées, l’adoption des techniques dépend des modes de réalisation. En effet la vulgarisation des techniques de restauration des terres dégradées dans les villages se fait sur la base des différents critères dont les plus importants sont le dynamisme des organisations paysannes, notamment des leaders (26,7 %), l’existence de matériel de travail (20 %) et le niveau de vulgarisation / animation (26,7 %). De l’analyse globale du bilan effectué avec les producteurs, il ressort que les superficies aménagées sont faibles par rapport aux besoins (en moyenne 4,59 % des terres pastorales). Cependant, les producteurs manifestent un intérêt pour la réalisation de ces activités de restauration des sols. Il existe en plus une perception paysanne de la dégradation du milieu et leurs principales causes. Par ailleurs, face aux difficultés financières de prise en charge, la viabilité de réalisation des aménagements à long terme est fortement compromise. Des solutions d’amélioration en matière de financement et d’exploitation des zones aménagées doivent donc être recherchées pour renforcer les succès de réalisation des aménagements anti - érosifs.

Mots clés : Aménagements, anti – érosif, Sahel, sol, dégradation, pâturage

2.1. Introduction

Les systèmes d’élevage des dernières décennies étaient bâtis sur l’exploitation traditionnelle des ressources fourragères qui étaient restées suffisantes (Claude *et al.*, 1991). Cependant, avec l’explosion démographique et la péjoration climatique des dernières années, ces ressources sont de plus en plus insuffisantes. L’impact de l’exploitation intensive et du climat sur la régénération des zones pastorales est ressenti par la population sahélienne qui adopte des comportements d’adaptation pour juguler le phénomène de la dégradation. Cette adaptation se caractérise par la confection des ouvrages anti – érosifs sur les zones dégradées pour améliorer les productions. Ils sont appuyés dans ces efforts par les structures de développement qui apportent des appuis multiformes. L’objet de ce chapitre est de faire le bilan de ces activités et d’identifier les principaux déterminants qui conditionnent le succès de l’appui dont a besoin la population pour la réalisation des aménagements.

2.2. Méthodologie

2.2.1. Collecte des données

Deux approches ont été utilisées pour la collecte des informations dans cette étude.

2.2.1.1. Structures de développement

La première étape a consisté à recueillir des informations avec les structures de développement rural sur les techniques (nature et importance) et les stratégies mises en place pour leur réalisation. Au total quatorze (14) structures / programmes représentant l'ensemble des structures recensées ont été interrogées dans les quatre provinces (Tableau X).

Tableau X: Structures enquêtées dans les provinces du Sahel

Provinces	Nombre de structures	Structures / programmes
Séno	8	CRUS, PSB/GTZ, PSB/DANIDA, JALDA, DRRA, DRECV, JICA, DRAHRH
Soum	3	PDES II, CRUS, FENU
Oudalan	2	PSEN, PDL/Oudalan
Yagha	1	PSB / Danida
Total	14	-

2.2.1.2. Bénéficiaires

La deuxième approche a consisté à effectuer des enquêtes structurées dans deux villages de la zone d'étude pour identifier les techniques utilisées et recueillir des informations sur la pratique en matière de restauration des terres dégradées. L'identification des villages a pris en compte la typologie des systèmes de production au Sahel qui place un village dans la zone agropastorale saturée (Yakouta) et un autre dans la zone agropastorale en voie de saturation (Lelly). En outre ils disposent de suffisamment d'informations issues de diagnostics participatifs et fournies par les structures de développement. Au total, 85 chefs de ménages ont été touchés dans ces villages à raison de 58 à Yakouta et 27 à Lelly soit respectivement 21% et 15% des effectifs totaux. Les personnes enquêtées ont répondu aux critères suivants : être chef de ménage (centre de décision de la famille), résider dans le village depuis au moins trois ans car cela permet d'apprécier et de juger objectivement des effets de la désertification, et si possible appartenir à une organisation paysanne qui facilite la prise de conscience et l'entreprise des actions pour lutter contre le phénomène. Les enquêtes effectuées avaient pour objet de recueillir les informations sur les critères suivants :

- La perception paysanne du phénomène de la désertification ;

- Le niveau d'implication des paysans ;
- Le mode d'intervention des organismes qui se sont succédés ou qui sont présents dans la zone d'étude ;
- Les motivations et obstacles rencontrés lors de l'application des technologies ;
- Les coûts des technologies appliquées.

2.2.2. Analyses statistiques

Le logiciel Excel a été utilisé pour la saisie des données. Elles ont ensuite fait l'objet d'analyse statistique descriptive (fréquence, moyennes, etc.) en vue de mettre en exergue les caractéristiques socio – économiques, la perception paysanne des aménagements.

2.3. Résultats et discussion

2.3.1. Bilan des techniques réalisées par les structures de développement

2.3.1.1. Bilan des techniques

Les résultats permettent de relever que les techniques de sous solage (32,2% des superficies), les reboisements (17,8%), les cordons pierreux (16,2%), le scarifiage (14,2%), etc. sont les plus importantes avec en moyenne 1500 à 2000 ha de réalisation par type d'aménagement (Figure 6). Cependant, les cordons pierreux, les reboisements et la régénération naturelle assistée sont les techniques les plus adoptées par la population. En effet leur mode de réalisation est plus accessible que les autres telles le scarifiage, les demi lunes, les sous solage dont la réalisation nécessite la disponibilité de tracteurs. Par ailleurs, d'autres types d'aménagement sont en phase de test telles la production de bourgou, l'expérimentation des mises en défens. Les différences de superficies sont également liées aux difficultés qui accompagnent la mise en place de certaines techniques pour la réalisation des grandes superficies. Le Zaï, les cordons pierreux par exemple sont des techniques dont la mise en place s'effectue à la main et avec la station courbée alors qu'on sait qu'au Sahel, l'essentiel des activités agricoles se font debout. La station courbée constitue avec la disponibilité du matériel, les principales contraintes dans l'ampleur de la réalisation des activités.

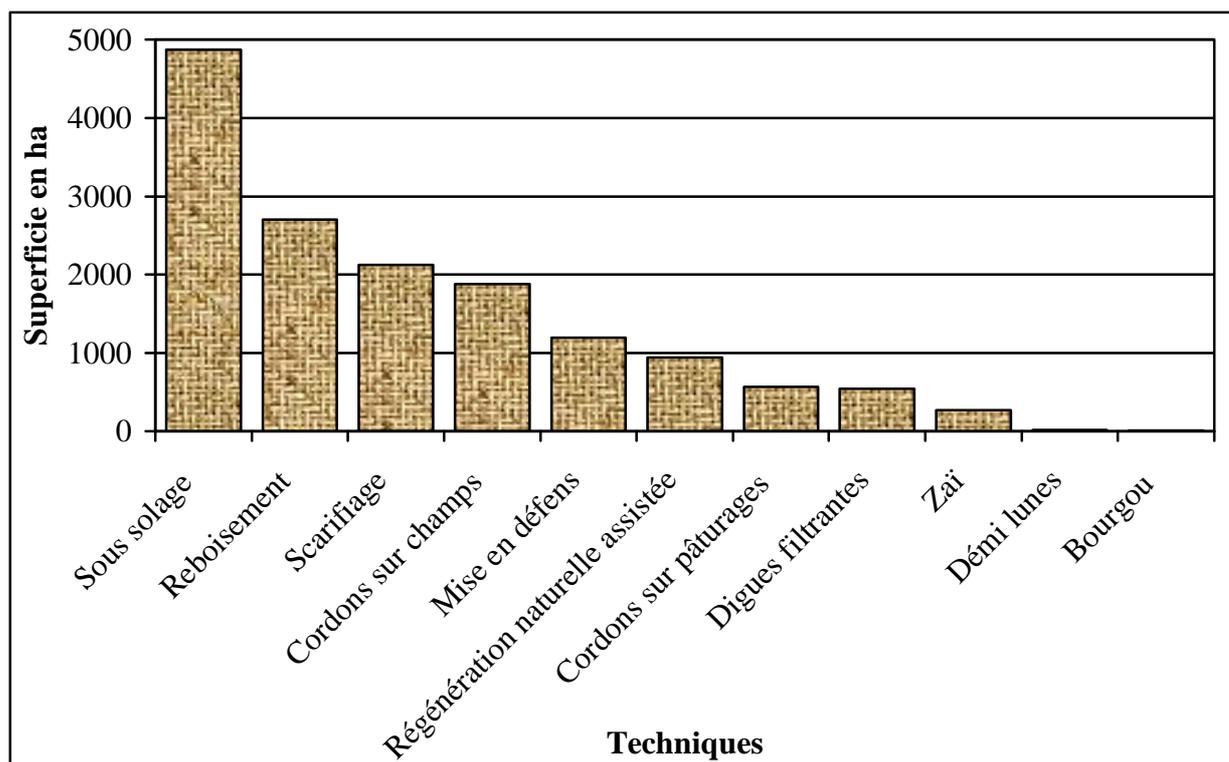


Figure 6: Superficies (ha) de restauration des terres par technique au Sahel burkinabè

2.3.1.2. Critères d'adoption des techniques

De l'avis des structures ou programmes enquêtés, la promotion des techniques de restauration dans les villages se fait sur la base de différents critères dont les plus importants sont le dynamisme des organisations paysannes notamment des leaders (26,7%), l'existence de matériel de travail (20%) et le niveau de vulgarisation / animation (26,7%). Cependant beaucoup d'autres critères comme le souci de garantir la sécurité foncière, d'accéder aux vivres du Programme Alimentaire Mondiale (PAM), etc. entrent en ligne de compte dans l'adoption des techniques. Leur contribution a été estimée pour chacun à 6,7% (Tableau XI).

Tableau XI: Critères d'adoption des techniques de restauration

Critères	Nombre de réponses	% critère
Dynamisme des leaders	4	26,7
Existence de matériel	3	20
Intensité de la vulgarisation	4	26,7
Niveau d'alphabétisation	1	6,7
Existence de vivre PAM	1	6,7
Résolution de problème foncier	1	6,7
Besoins de préservation de l'environnement	1	6,7
Total critères	15	100

2.3.2. Bilan des perceptions paysannes

La perception paysanne des aménagements anti – érosifs peut être appréhendée à plusieurs niveaux : les caractéristiques socio – économiques, la perception de la dégradation du couvert végétal, la vision par rapport à l’intervention des structures de développement en matière d’aménagement et le niveau d’implication des producteurs.

2.3.2.1. Caractéristiques socio économiques

Les ressources animales constituent une des composantes de la richesse d’un ménage. De ce fait, toute dégradation du milieu pouvant mettre en péril cette richesse constitue un souci pour le producteur qui alors est intéressé à la restauration du milieu. De plus, la possession d’animaux constitue un gage de niveau de richesse donc une capacité d’investissement dans les travaux de restauration. Le niveau de dotation en ressources animales peut donc constituer une motivation pouvant justifier l’adhésion des producteurs à la pratique d’une quelconque action de restauration du milieu. Le tableau XII fait le point du niveau de dotation des producteurs en ressources animales.

Tableau XII: Récapitulatif moyen des âges et des principales variables descriptives par ménage

Variabes / ménage	Moyenne	Ecart- type
Age chef d’exploitation en nombre années	46,32	14,24
Nombre de bovins	7,3	6,02
Nombre d’ovins	8,07	5,8
Nombre de caprins	8,08	6,05
Nombre d’asins	3,1	1,55

2.3.2.2. Perception de la dégradation du couvert végétal

Les enquêtes montrent que 63% des chefs de ménage disent observer une régression des ressources végétales, et 37% n’expriment pas ce constat. Les principales causes soulevées, sont la détérioration du climat (73%), la détérioration du climat couplée au surpâturage (16%). Viennent ensuite et dans les mêmes proportions (2,7%), le surpâturage, la détérioration du climat couplée au surpâturage et à la fauche, la détérioration du climat couplée au surpâturage, à la fauche et diverses autres raisons comme la mauvaise gestion des zones de pâture et la forte pression humaine exercée sur la végétation ligneuse (Tableau XIII). Les principaux indicateurs de cette dégradation sont l’apparition de sols nus, la mortalité des ligneux et la régression / disparition de certaines espèces.

Tableau XIII: Principales causes de dégradation de l'environnement

Causes	Proportion des exploitants %
Climat	73
Surpâturage	2,7
Climat, Surpâturage	16
Climat, Surpâturage, Fauche	2,7
Surpâturage, autres, Climat	2,7
Climat, surpâturage, fauche, Autres	2,7

D'un constat général, les producteurs sont conscients de la dégradation de l'environnement et indiquent que les réalisations des ouvrages anti-érosifs sont salutaires (78%). De leurs avis, ces ouvrages permettent la récupération des terres dégradées en même temps qu'elles sont très utiles pour la prévention des zones menacées par l'érosion. Les aménagements concourent à la prévention de la dégradation des sols, à l'amélioration de la fertilité des sols et enfin à la sécurisation du foncier qui peut se définir comme l'ensemble des rapports sociaux ayant pour support la terre ou l'espace territorial. La réalisation des aménagements contribue à la prise de conscience collective sur les effets néfastes de l'érosion, la rationalité paysanne sur les stratégies curatives et préventives qui soutendent les actions en matière de lutte contre l'érosion (Tableau XIV).

Tableau XIV: Objectifs recherchés dans la mise en place des ouvrages

Objectifs recherchés	Proportion des exploitants (%)
* Restauration des sols et sécurisation du foncier	78
* Satisfaction des enseignements des structures de vulgarisation	22

2.3.2.3. Niveau de réalisation des ouvrages à dans les villages de Lelly et Yakouta

L'inventaire des réalisations existantes dans les deux villages ont permis de relever que 52,4% des surfaces aménagées concernent les cordons pierreux, 39,1% pour les sous solages, 3,7% pour la digue filtrante et 1,6% pour les demi-lunes (Tableau XV). Cette répartition spatiale des technologies est fonction de l'accessibilité des matériaux de constructions selon les localités et les aspects techniques (types de sols et de reliefs) qui déterminent les structures de développement. De l'analyse globale de cette évaluation, il ressort que les superficies aménagées sont faibles par rapport aux besoins. A Lelly par exemple, village apparemment faisant partie des mieux aménagés, le nombre d'hectares restaurés (111,68 ha) ne représente en fait que 1,39% des superficies du terroir et seulement 4,59% des terres pastorales (Kiema, 2002). Dans le village de Yakouta, ces pourcentages sont encore plus faibles. Au Sahel, les superficies moyennes de sols nus et dégradés s'élèvent à $5,10 \pm 1,44\%$ des superficies totales de la région. Cette évaluation

indique que l'état actuel des aménagements représente moins de 25% des besoins. Cette situation s'aggrave d'année en année du fait de la pression sans cesse croissante de l'impact de l'exploitation sur les ressources naturelles et de l'accroissement des terres dégradées (Kiema *et al.*, 2005).

Les principales raisons qui ont poussé les paysans à conduire les technologies sont d'une part le désir d'accroître le disponible fourrager, la hantise de préserver le statut foncier, et d'autre part la présence des projets qui apportent l'appui logistique (matériels aratoires, matériels de transports) et éventuellement l'aide alimentaire (vivres PAM).

Tableau XV: Superficies (ha) aménagées par type de technologie sur les zones pastorales

Technologies	Villages		Total (%)
	Lelly (ha)	Yakouta (ha)	
Cordons pierreux	56,9	7,6	52,4
Digues filtrantes	4,6	0	3,7
Demi-lunes	2	0	1,6
Sous-solage	48,2	0	39,1
Scarifiage	0	4	3,2
Total	111,7	11,6	100,0

2.3.2.4. Niveau d'implication des paysans

Les principaux rôles des paysans au cours des activités d'aménagement sont : la force de travail (main d'œuvre), l'organisation du travail, l'entretien des ouvrages après leur construction.

L'organisation du travail se traduit par le choix des sites à aménager qui se fait au cours d'une réunion organisée par le groupement ou la CVGT en charge des activités du village. En règle générale, les producteurs choisissent des sites dégradés (apparition de ravinement, baisse de production). Par ailleurs, ils ont des préférences sur le type de sol et le relief pour effectuer les aménagements. Ainsi, les cordons pierreux sont confectionnés sur des sols gravillonnaires et limoneux tandis que les digues filtrantes sont réalisées sur des sols sableux ou argilo sableux et enfin, les demi-lunes et les sous solages sur des sols limoneux. Les demi lune et les sous solage sont surtout préférés sur les terrains plats tandis que les cordons pierreux s'adaptent plus facilement tous types de reliefs.

Après le choix des sites, ils effectuent des travaux de concassage et l'entassement des moellons (cordons pierreux et digues filtrantes) en vue du transport des pierres par les camions (rarement les charrettes) et enfin, la construction des ouvrages sur les sites retenus.

Quant à l'entretien des ouvrages, il est organisé de façon rotative selon la disponibilité des membres des OP et consiste généralement à replacer les pierres déplacées.

On peut expliquer cette aptitude organisationnelle et cet engouement pour les travaux de restauration des terres dégradées par la conscience acquise du phénomène de désertification d'une part, et par la stratégie participative adoptée par les structures de développement d'autre part. En outre, les populations des sites d'étude sont composées pour la plupart d'un seul groupe ethnique ou d'une multitude de groupes ethniques qui ont su tisser des liens séculaires de cohabitation, ce qui peut bien limiter les contradictions internes et les questions de leadership.

A Lelly, village composé en majorité de Mossi et de Gourmantché, toutes les catégories de la famille, hommes, femmes, enfants, sont impliqués dans les travaux. Par contre à Yakouta où la population est composée surtout de Rimaïbé et de Peulh, les femmes ne sont pas impliquées dans les travaux. L'analyse de la distance entre les terrains aménagés et les concessions en fonction de la répartition des couches socioprofessionnelles dans les travaux indique qu'il n'existe pas une relation entre les deux paramètres. En effet à Yakouta, où la distance entre les concessions et les sites aménagés n'est que de 1 à 5 km, les femmes ne participent pas aux différentes activités. Pourtant à Lelly, elle est de 1 à 15 km et les femmes sont présentes au cours des différentes activités. On pourrait rattacher ce fait à une question de cultures et de tradition. Ce qui peut s'avérer comme un handicap car, les femmes constituent une force de travail non négligeable, donc un puissant déterminant, dans nos sociétés traditionnelles. D'ailleurs, certains auteurs comme Kinané (2002), soulignent que les ménages sont plus disposés à adopter les techniques lorsque la main d'œuvre féminine est importante. L'action des structures de développement en matière d'aménagement devrait s'intéresser à ces questions pour certains groupes ethniques en particulier.

2.3.2.5. Rôle des structures de développement

Dans la conduite des travaux d'aménagement, malgré l'approche participative adoptée, les projets fournissent aux producteurs du matériel logistique. Selon les producteurs, le rôle des structures de développement dans les interventions touche les aspects suivants : l'apport de la technologie, la formation des producteurs, le financement du matériel, la dotation en vivres, etc.

2.3.2.6. Formation des producteurs

La réalisation des ouvrages sur le terrain est assurée par les producteurs qui ont préalablement reçu des formations assurées par les structures de développement. Ces formations concernent la construction des ouvrages en fonction des courbes de niveau à travers la méthode du "niveau à eau", le choix des sites en fonction des techniques. Pour les demi-lunes et les sous solages, les producteurs apprennent surtout à respecter les normes de dimension, et l'écart entre les raies et

l'inter raie. La construction des digues filtrantes présente plus de difficultés et exige la présence de l'agent technique. Les producteurs ainsi formés assurent la formation d'autres des leurs sur le terrain à travers la pose des moellons sur les différentes courbes de niveau préalablement matérialisées. Les formations dispensées par les projets, les ONG ou les services de l'agriculture ou celles conduites par les producteurs innovateurs sont généralement gratuites. Cela facilite l'accès d'un grand nombre aux connaissances sur les techniques d'aménagement. Ces résultats peuvent également traduire au delà de l'intérêt de la formation, l'espoir de bénéficier des avantages «d'accompagnement» que de nombreux projets accordent aux bénéficiaires de formation ; de cette manière, le transfert de la technologie serait effectué au fil du temps. Cette démarche coïncide avec les observations faites par (Kinané, 2002), selon lesquelles le mode d'apprentissage social des techniques par les producteurs est important pour leur adoption.

2.3.2.7. Financement des travaux d'aménagement

Le tableau XVI indique les modes d'acquisition du matériel utilisé par les producteurs dans la réalisation des ouvrages anti – érosifs. Ce matériel se subdivise en matériels aratoires utilisés pour la construction de l'ouvrage et le matériel de transport utilisé pour le transfert des moellons (cas des cordons pierreux et de la digue filtrante). Le transport des pierres se fait avec un camion loué par la structure d'appui au développement. Généralement ces frais de location représentent près de 80 à 90% des coûts totaux d'investissement qui se situent entre 150 000 et 200 000 FCFA (Kaboré *et al.*, 1994; Zongo, 1999; Kiema *et al.*, 2004). Cependant, pour la réalisation des demi-lunes, des sous-solages ou des scarifiages, les producteurs utilisent des tracteurs dont les coûts moyens de réalisation sont respectivement de 40 000 FCFA/ha pour chacune des deux premières technologies et 20 000 FCFA pour la dernière (PSB/GTZ, 2003).

Pour le matériel aratoire (pioches, barre à mine, pelles, etc.), les producteurs bénéficient d'un accès facile au crédit. Dans certaines circonstances le matériel est octroyé sous forme de subvention (62% des interviewés). Par ailleurs, pour pouvoir bénéficier de tous ces avantages, les producteurs doivent appartenir à des organisations paysannes (OP). L'organisation paysanne (OP) constitue un puissant déterminant pour la pratique des aménagements.

Si techniquement les producteurs s'en sortent plus ou moins bien notamment dans la confection des ouvrages, le choix des sites de réalisation, etc., le problème de la prise en charge financière des activités d'aménagement reste entier. Les interviews ont montré qu'ils sont unanimes sur ces questions et reconnaissent leur incapacité à prendre en charge financièrement la totalité des coûts de réalisation.

Tableau XVI: Mode d'acquisition du matériel

Mode d'acquisition	Fréquence en %	Type de matériel par mode d'acquisition	Fréquence en %
Crédits	27	Matériels de transport	71
		Matériels aratoires	29
Subvention	62	Matériels de transport	91
		Matériels aratoires	9
Autres	11	Matériels de transport	67
		Matériels aratoires	33

2.4. Conclusion

Cette étude a démontré que les producteurs manifestent un intérêt pour la réalisation des activités de restauration des sols. Il existe une perception de la dégradation du milieu et leurs principales causes. La mise en œuvre des activités s'appuie essentiellement sur le dynamisme des organisations paysannes, les mesures d'accompagnement pour la réalisation (apport de matériel, vivre, etc.), les questions liées au foncier qui constituent les principaux déterminants dans le succès des réalisations. Par ailleurs, les transferts de technologies (formation reçue) semblent ne pas être un handicap pour la poursuite des activités. Par contre, la poursuite des activités sans appui financier est vouée à l'échec, compte tenu du coût élevé des moyens pour l'aménagement. Face aux difficultés financières de prise en charge, la viabilité de la réalisation des aménagements à long terme peut être compromise. Des solutions d'innovation en matière de financement et d'exploitation des zones aménagées doivent donc être recherchées pour sécuriser les réalisations des aménagements anti - érosifs.

Les interviews n'ont pas permis d'identifier chez les producteurs, des pistes d'innovations convaincantes en la matière. Les réponses données font surtout ressortir qu'ils comptent reprendre les anciennes pratiques anti-érosives que sont les cordons en terre et l'utilisation des branchages pour freiner les eaux de ruissellement. Cette attitude peut s'expliquer par la disponibilité des matériaux constitutifs de ce type d'ouvrage. En outre, ils envisagent associer la fumure organique aux différents ouvrages déjà construits, ce qui permettra d'améliorer l'infiltration à travers l'amélioration de la structure du sol (porosité et résistance à l'érosion).

Chapitre 3

Effets des cordons pierreux et du scarifiage sur la régénération d'un pâturage naturel de glacis

Résumé

Cette étude a eu pour objectif d'évaluer les performances écologiques des techniques d'aménagement ainsi que leur efficacité en terme de coût / efficacité en région sahélienne du Burkina Faso. Deux principales techniques, cordons pierreux et scarifiage, ont été étudiées. L'effet de l'association de ces techniques avec les mises en défens a également été évalué. Les résultats obtenus montrent que les cordons et le scarifiage ont influencé de 1,5 à 4 fois le niveau de production fourragère et augmenté la valeur pastorale globale du pâturage par l'amélioration de la richesse floristique de 2 fois et le recouvrement du sol de 1,5 à 4,5 fois par rapport au témoin. Cependant, les observations ont montré que l'évolution de la végétation était très tributaire de la distribution de la pluviométrie durant la période de suivi. Sur les mêmes parcelles, la production fourragère a varié de 2,5 à 3,6 fois entre la campagne la plus pluvieuse et celles qui ont été les moins arrosées. Les caractéristiques édaphiques du site (pourcentage de placages sableux) et le niveau topographique déterminent toujours cette variation malgré les travaux du sol. Toutefois, l'évaluation du coût de production fourragère a révélé qu'à long terme, les aménagements en cordons pierreux simples et les scarifiages sont plus efficaces (rentables) que leur mise en défens (cordons et scarifiage) même si les niveaux de production fourragère de ces dernières sont plus élevés. Le calcul des marges nettes s'élèvent à 11 940 FCFA pour les parcelles de cordons pierreux et 7 439 FCFA pour le témoin et montrent que l'aménagement permet d'améliorer les gains du producteur.

Mots clés : *Cordons pierreux, scarifiage, régénération, fourrage herbacé, pâturage naturel, Sahel.*

3.1. Introduction

La région sahélienne du Burkina Faso subit depuis les grandes sécheresses de 1972, une dégradation continue des ressources végétales (Toutain, 1994; De Wispelaere, 1990 ; De Wispelaere et Toutain, 1976). Cette dégradation est accélérée sous l'effet de diverses actions anthropiques (système de production culturale et pastorale) et se traduit par une diminution de la diversité végétale.

Face à cette situation, de nombreuses actions de gestion des ressources naturelles ont été initiées pour améliorer et restaurer les ressources végétales (Sicot et Grouzis, 1981; Grouzis, 1988). Cependant, au regard du niveau élevé des coûts de ces actions et du faible pouvoir d'achat des producteurs sahéliens, la recherche de meilleures techniques est nécessaire pour mieux orienter les choix stratégiques.

Cette étude s'inscrit dans cette optique et se propose d'évaluer l'efficacité des aménagements de cordons pierreux, de scarifiage et de protection sur la restauration sol – végétation des pâturages de glacis gravillonnaires.

3.2. Matériel et méthodes

3.2.1. Caractéristiques du site d'observation

L'étude a été réalisée à Yakouta, village situé entre les latitudes 14°3'N et 14°10'N et les longitudes 0°5'W et 0°11'W sur un bassin versant de glacis gravillonnaire avec des revêtements de placages sableux par endroits. Ce bassin peut être subdivisé en deux zones distinctes selon le niveau topographique : la zone de haut de pente et la zone de bas de pente. Ces deux zones forment une même unité avec des variantes liées à l'humidité de la station et au pourcentage de recouvrement de placages sableux relativement plus important en bas de pente.

Le climat est de type sahélien avec une pluviosité annuelle moyenne inférieure à 400 mm et le nombre de mois secs recevant moins de 50 mm de pluie supérieur à 7 (Guinko, 1984). Entre 1999 et 2004, qui fut la période d'expérimentation, la pluviosité a été en moyenne de $407,9 \pm 158$ mm en 33 ± 9 jours de pluies, ce qui est conforme à la moyenne normale de la région. Les années 2000, 2001 et 2004 ont été déficitaires tandis que 1999 et 2002 ont été normales. Seul 2003 a été une année excédentaire avec 2 à 3 fois plus d'eau tombée par rapport aux années déficitaires. Le nombre de jours de pluie a également été variable pouvant doubler entre les années déficitaires ou normales et les années excédentaires (Tableau XVII). Les températures subissent de grandes variations ; les plus élevées (43°C) sont enregistrées en saison sèche chaude (mars à mai) et les plus basses (10°C) en saison sèche froide (décembre à février).

Tableau XVII: Variation inter annuelle de la pluviosité en mm (1999 - 2004)

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Moyenne
Hauteur d'eau	398,8	269	320,9	404,1	713,2	341,4	407,9 ± 158
Nombre de jours	43	37	26	23	42	25	33 ± 9

Les sols sont bruns rouges au niveau des dunes, hydromorphes sur les dépressions, squelettiques sur les affleurements rocheux, les cuirasses fossiles plus ou moins dégradées avec épandage gravillonnaire. La production agricole se caractérise par une zone de culture à 20% et une zone pastorale à 80%. Cette dernière est établie sur des sols dégradés à hauteur de 50%, représentés en majorité par des glacis (JALDA – DORI, 2000).

L'aménagement est fait en cordons pierreux anti-érosifs sur environ sept hectares dont la moitié sur la zone de haut de pente et l'autre moitié sur le bas de pente. Il a été mis en place en début de saison des pluies de 1999. Les lignes de cordons, longues de 140 à 160 m, sont espacées de 15 à

20 m en moyenne. La succession s'étend sur près de 300 à 400 m sur le haut et le bas de pente. Les cordons ont une hauteur d'environ 15 à 20 cm et une largeur de 30 à 40 cm à la base.

Des parcelles de mise en défens en grillage de 15 m X 20 m ont été réalisées sur des espaces inter cordons. A chaque niveau topographique, deux parcelles ont été installées.

Des parcelles témoins ont été délimitées parallèlement au dispositif à raison de 1 ha par niveau topographique

En complément à ces dispositifs, la scarification (technique de travail du sol) a été introduite pour avoir une bonne représentativité des techniques les plus couramment utilisées dans la récupération des glaciés. Cette technique consiste à briser la croûte superficielle du sol et favoriser l'infiltration de l'eau. Les parcelles de scarification ont également été disposées parallèlement à celles en cordons et aux témoins en haut de pente et en bas de pente. La taille des superficies scarifiées a été de deux hectares à chaque niveau topographique. Les travaux ont été réalisés au tracteur à une profondeur moyenne de 5 cm. L'ensemble du dispositif (cordons pierreux, scarifiage et témoin) n'est pas mis en défens et la fréquentation du bétail s'effectue de façon aléatoire durant la saison des pluies. Elle intervient surtout de façon régulière à partir de fin septembre après la période active de végétation (Photo 1).



(a) Cordons pierreux

(b) Mise en défens + cordons

(c) Témoin

Photos 1 : Effets des cordons pierreux sur la dynamique de la végétation; Yakouta septembre 2003

3.2.2. Dispositifs expérimentaux

En définitif, le dispositif expérimental (Figure 7) de suivi comprend 2 ha de parcelles aménagées par la technique des cordons pierreux anti-érosifs, 2 ha de parcelles aménagées par la technique du scarifiage, deux parcelles de 15 m X 20 m entièrement protégées de toute action anthropique, et deux parcelles témoins de 2 ha toutes délimitées sur la même unité. Dans chaque cas, les parcelles ont été délimitées à raison de 1ha en haut de pente et 1ha en bas de pente.

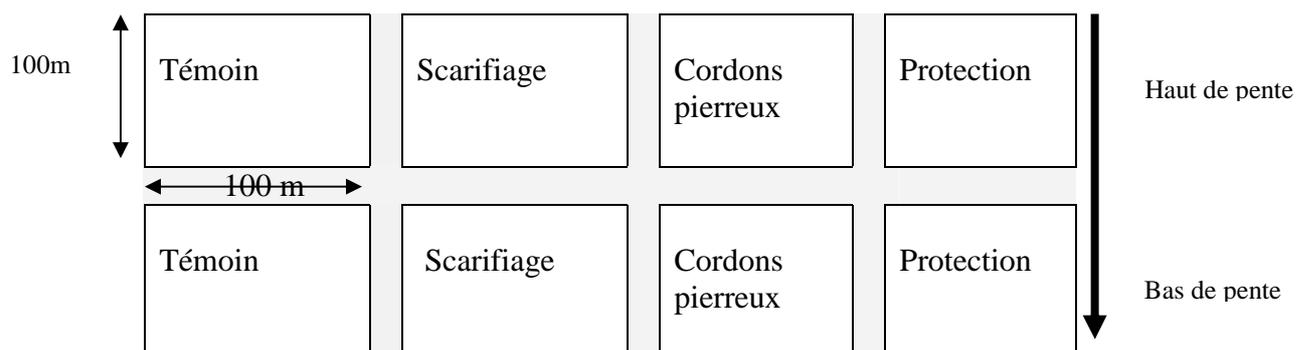


Figure 7: Dispositif expérimental

3.2.3. Paramètres mesurés et méthodes utilisées

L'évaluation a concerné la dynamique de la végétation herbacée et ligneuse et les caractéristiques physico – chimiques du sol.

3.2.3.1. Relevés de la végétation

La dynamique de la végétation a été suivie de 1999 à 2004 sur les parcelles délimitées en cordons avec leurs témoins respectifs. Le suivi s'est effectué par la méthode des points quadrats (Daget et Poissonet, 1971) suivant un réseau de lignes de 20 m matérialisées par des piquets métalliques. Cette méthode consiste à tendre un ruban de 20 m au-dessus du toit du tapis herbacé, et à effectuer une lecture verticale tous les 20 cm tout le long à l'aide d'une tige métallique à bord effilé. A chaque point de lecture et le long du bord effilé de la tige, tous les contacts avec les feuilles ou les chaumes sont pris en compte. Par convention, une espèce ne doit être notée qu'une fois par point de lecture afin de donner une meilleure image de la proportion des espèces au sol. Chaque ligne matérialisée permet de faire 100 observations au même endroit chaque année.

Pour les parcelles en cordons, les lignes sont placées successivement à 0 m, 5 m, 10 m, 15 m et 20 m. Pour chaque parcelle, cette disposition a été répétée sur quatre (04) transects (Figure 8)

$$IC = \pm 2 \sqrt{\frac{n(N-n)}{N^3}}$$

«N» est l'effectif cumulé des contacts de l'ensemble des espèces

« n » l'effectif cumulé des contacts de l'espèce dominante.

L'estimation de la dynamique du couvert herbacé a été effectuée à partir des fréquences spécifiques.

3.2.3.2. Valeur pastorale

L'indice de valeur pastorale (VP) des communautés a été calculé à partir des contributions spécifiques de la végétation herbacée et des indices de qualité spécifiques (IS_i) établis sur une échelle de cotation de 0 à 5. Pour le calcul, la formule proposée par Daget et Poissonet (1971) a été utilisée :

$$VP = 0,2 \sum CS_i * IS_i; \text{ où } 0,2 \text{ est un coefficient qui permet d'exprimer VP en \% .}$$

Ces indices permettent d'effectuer des comparaisons très instructives entre les unités de végétation d'une même région (Daget et Poissonet, 1971; Daget et Poissonet, 1972).

3.2.3.3. Phytomasse

La phytomasse épigée a été évaluée par la méthode de la récolte intégrale sur des placeaux de 1 m² à raison de 30 dans chaque parcelle. Sur les parcelles de cordons pierreux, les prélèvements ont eu lieu à 0 m, 5 m, 10 m, 15 m et 20 m des cordons (figure 3) tandis que dans les parcelles témoins et scarifiées, ils ont été effectués de façon aléatoire. Le taux de précision du nombre d'observation obtenue par parcelle est inférieur ou égale à 20 % qui est celui recommandé en vue d'éliminer l'effet du hasard (Levang 1978). Dans les parcelles protégées, le nombre de prélèvements a été limité à 3 fois 1 m² compte tenu de la taille réduite des parcelles. Les prélèvements ont été effectués chaque année en fin septembre à une période où la phytomasse épigée est maximale. Les poids frais des échantillons ont été mesurés immédiatement après la fauche. La teneur en eau a été déterminée sur 1 à 3 échantillons de 500 g chacun après séchage à l'étuve.

Le matériel utilisé se compose : d'un cadre carré métallique de 1 m², d'une balance de capacité de 5 kg avec une précision de 10 g, d'un sécateur et de sacs en tissu pour respectivement la fauche et la collecte de végétaux.

3.2.3.4. Estimation de la capacité de charge

Les capacités de charge ont été calculées selon Boudet (1991) sur la base des phytomasses consommables.

$$C.C. = \frac{\text{Production de la phytomasse (kg de MS/ha)} * U}{6,25 * \text{Période d'utilisation (jour)}}$$

C.C = Capacité de Charge ; U = Taux d'utilisation (estimé à 40%, pour la zone sahélienne); 6,25 = Consommation de l'UBT en Kg de MS/jour ; UBT = Unité Bétail Tropical.

3.2.3.5. Fourrage qualifié

L'indice global de qualité renseigne sur l'importance du fourrage qualifié (Akpo *et al.*, 2002) produit dans l'unité du milieu considéré. Lorsqu'on pondère en effet la production récoltée par la valeur de cet indice synthétique de la qualité pastorale, on obtient la quantité de fourrage qualifié. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$Q_{(Kg/ha)} = P_{(Kg/ha)} * VP [P \text{ est la phytomasse produite et VP, la valeur pastorale}]$$

L'expression de la phytomasse produite en fourrage qualifié permet d'évaluer l'impact réelle des aménagements en tenant compte du recouvrement et la qualité des espèces fourragères présentes

3.2.3.6. Évaluation des coûts de production

Les coûts de production du fourrage sur les parcelles ont été évalués en tenant compte des charges d'aménagement et d'exploitation du fourrage. L'aménagement en cordons pierreux a été estimé à 180 000 FCFA/ha, celui du scarifiage 20 000 FCFA/ha et la mise en défens 1120 000 FCFA/ha avec des durées d'amortissement respectives de 20 ans, 3 ans et 20 ans (PSB, 2003). Les coûts d'exploitation de fourrage ont été évalués à 10 FCFA/kg de MS et le transport à 1,5 FCFA/kg de MS sur la base des données d'enquête dans le village. Les marges nettes de production ont été déduites de ces différentes charges, des prix de vente du fourrage (évalué à 60 FCFA / kg en saison sèche (période optimale de vente du fourrage)) (Bougouma *et al.*, 2001) et des productions de phytomasses exploitables estimées à 40% des productions totales évaluées en fin septembre.

3.2.3.7. Évaluation de la régénération ligneuse

L'évaluation de la régénération ligneuse a consisté en un inventaire exhaustif de cette végétation sur les parcelles aménagées et témoin par identification des plantes et leur dénombrement. Le dénombrement a été fait en fonction des strates < à 1 m, considérée comme des régénérations, et > à 1 m afin de mieux apprécier l'impact des aménagements sur cette végétation durant la période d'observation.

3.2.3.8. Sols et Nutriments

L'approche des éléments nutritifs a été obtenue par les analyses des échantillons de sols et de fourrage. Les échantillons de sol ont été prélevés en 2003 dans l'horizon 0-20 cm, respectivement à 0 m, 10 m et 20 m des cordons pierreux, et dans chaque parcelle. Dans chaque cas, quatre échantillons de sol ont été prélevés entre les touffes d'herbes et loin des troncs d'arbres de façon à réduire au minimum l'effet rhizosphère (Abbadie et Lensi, 1990). Les échantillons ont ensuite été séchés à l'ombre puis tamisé à 2 mm.

La texture du sol a été déterminée par fractionnement granulométrique sous eau après destruction de la matière organique selon Balesdent *et al.*, (1991). Les diverses fractions minérales obtenues sont: 100-200 µm (sables grossiers) ; 50-100 µm (sables fins) ; 20-50 µm (limons grossiers) ; 2-20 µm (limons fins) ; 0-2 µm (argile).

La teneur en carbone a été dosée selon la méthode proposée par Walkley et Black (1934); l'azote organique a été dosé selon la méthode modifiée de Kjeldahl (ISO 11261, 1995; ISO 11277, 1998). Les résultats sont exprimés respectivement en g C/kg sol sec et g N/kg sol sec. Le phosphore a été dosé par spectrophotométrie d'après Bray et Kurtz (1945), et les résultats exprimés en mg P/kg sol sec. Les fourrages ont été prélevés dans les placeaux de récolte intégrale de la végétation immédiatement lors de l'évaluation de la phytomasse. Les analyses ont concerné l'azote et le phosphore assimilable pour les plantes.

Le pH a été mesuré par la méthode électrométrique à l'électrode de verre à l'aide d'un pH-mètre avec un rapport sol/solution de 1/2,5 est utilisé

3.2.3.9. Analyses statistiques

Tous les résultats ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester l'effet des différents types d'aménagement sur la dynamique de la végétation et les caractéristiques physico-chimiques du sol. Le test de Scheffe (1959) a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

3.3. Résultats

Entre la campagne de 1999 et celle de l'année 2004, les observations montrent une variation de la végétation en terme de recouvrement, nombre d'espèces, composition floristique et production de fourrage, et des caractéristiques physico - chimiques du sol.

3.3.1. Impact des cordons sur la dynamique de la végétation herbacée.

Le recouvrement global de la végétation herbacée sur les parcelles a positivement évolué durant les six années de suivi sous l'effet des cordons. Malgré les déficits pluviométriques enregistrés, la manifestation des effets de récupération globale du milieu dus aux cordons s'est poursuivie. A peu près à tous les niveaux, les taux de recouvrement du sol ont augmenté. Par rapport au témoin, ces taux ont été améliorés de façon significative ($P < 0,05$) d'au moins 3 à 4,5 fois sur les parcelles aménagées. L'impact de la mise en mise défens a eu un effet additionnel significatif sur le recouvrement ($P < 0,05$) (Tableau XVIII).

Tableau XVIII: Effets du type d'aménagement sur le recouvrement du sol (%) de la végétation herbacée

Types d'aménagement	Années d'observation						Moyenne des six ans
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Cordons (0 m)	68,5 ^a	90,7 ^a	89,0 ^a	69,9 ^a	92,5 ^a	93,9 ^a	84,1 ^a
Inter cordons (5 à 20 m)	19,4 ^b	32,7 ^c	28,0 ^b	28,7 ^b	41,5 ^{bc}	49,8 ^b	33,3 ^c
Total cordons (0 à 20 m)	44,3 ^{ab}	59,8 ^b	61,5 ^a	42,5 ^{ab}	58,5 ^b	64,5 ^b	55,2 ^b
Mise en défens	64,7 ^a	68,4 ^b	73,5 ^a	63,8 ^a	89,6 ^a	91,0 ^a	70,7 ^a
Témoin	20,5 ^b	19,0 ^c	15,9 ^b	15,9 ^b	24,9 ^c	16,9 ^d	18,8 ^d
Scarifiage	-	-	-	-	53,0 ^b	60,6 ^b	55,8 ^b

NB : les valeurs portant les mêmes lettres (par colonne) ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Les différentes techniques ont eu des effets significatifs ($P < 0,05$) sur la dynamique de la plupart des principales espèces (Tableau XIX). Les observations montrent que les aménagements ont particulièrement favorisés la présence de *Panicum laetum*, *Eragrostis tenella* Roem. et Sch., *Digitaria horizontalis* Willd., *Alysicarpus ovalifolius* (Schum. et Thonn.) Léonard, *Cassia obtusifolia* L. D'autres espèces, comme *Schoenefeldia gracilis*, *Chloris pilosa* Schum. et Thonn., *Cenchrus biflorus*, *Borreria radiata* DC., etc., connaissent par contre une régression par rapport au témoin.

Entre 1999 et 2004 les cordons pierreux ont eu pour effet le doublement du nombre d'espèces par rapport au témoin. Le nombre d'espèces présentes sur la parcelle aménagée est de 1,4 dès la première année et évolue à 1,9 fois dès la troisième année (2001) où il n'évolue plus jusqu'en 2004.

Tableau XIX: Effets du type d'aménagement sur la dynamique inter annuelle de la contribution spécifique (%) des principales herbacées

Espèces	Total parcelle (CP)						Protection (MD)						Témoin						Scarifiage (SC)		Moyenne six ans			
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2003	2004	CP	MD	SC	Témoin
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	0,33	0,00	0,79	0,06	0,76	0,79	0,30	0,00	0,30	0,00	0,10	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	0,25	0,45	0,24	1,36	0,00
<i>Borreria radiata</i>	7,88	0,67	2,40	2,95	2,71	0,70	4,73	0,70	3,98	2,76	1,02	0,00	11,22	0,77	5,53	2,10	2,13	0,00	1,84	2,08	2,88	2,20	1,84	3,62
<i>Brachiaria distichophylla</i>	0,35	0,00	0,42	0,00	0,24	1,88	0,00	0,00	0,00	2,42	0,80	4,41	2,45	0,00	0,23	1,05	0,29	0,00	3,41	0,00	0,48	1,27	3,41	0,67
<i>Brachiaria lata</i>	0,83	0,27	0,10	1,17	1,89	0,00	0,74	0,55	0,72	1,21	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,05	1,98	2,14	0,00	0,47	0,71	0,54	0,00	0,98
<i>Cassia obtusifolia</i>	0,16	0,37	2,29	0,84	1,70	2,53	0,46	0,14	0,76	0,00	0,28	0,37	0,96	0,00	0,91	1,03	0,00	1,43	1,26	0,64	1,32	0,33	1,26	0,72
<i>Cenchrus biflorus</i>	3,64	0,73	3,72	0,98	3,19	0,19	1,52	8,62	21,37	5,75	9,58	5,15	6,91	2,72	9,45	2,60	7,93	1,09	0,31	2,23	2,07	8,67	0,31	5,11
<i>Chloris pilosa</i>	0,87	0,00	4,01	5,08	8,40	0,00	3,78	1,33	1,86	2,52	3,48	0,00	6,15	0,51	2,84	0,00	3,19	0,00	0,00	9,53	3,06	2,16	0,00	2,11
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1,06	0,63	1,21	1,22	0,76	0,40	0,00	0,57	0,42	1,09	2,84	0,00	0,00	0,00	0,23	0,35	0,15	1,13	0,89	1,21	0,88	0,82	0,89	0,31
<i>Digitaria horizontalis</i>	11,14	6,53	7,57	5,24	8,18	3,99	12,86	6,00	0,75	11,26	3,16	20,59	11,06	2,08	6,76	11,08	2,76	3,95	3,09	2,54	7,11	9,10	3,09	6,28
<i>Eragrostis tenella</i>	21,65	0,88	11,04	9,62	8,05	4,12	22,31	2,35	5,28	24,98	28,52	1,10	4,74	0,78	11,29	2,96	1,45	3,01	13,11	10,29	9,23	14,09	13,11	4,04
<i>Panicum laetum</i>	16,71	42,78	33,42	20,76	16,88	28,24	17,54	28,52	26,47	9,10	2,94	11,40	7,59	20,84	14,74	9,85	5,38	7,33	20,48	12,60	26,46	15,99	20,48	10,95
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	17,58	41,73	26,78	24,54	40,24	54,29	28,86	48,19	29,60	32,76	41,00	45,40	39,08	68,93	42,93	58,20	57,48	78,50	53,35	36,62	34,19	37,63	53,35	57,52
Intervalle confiance (IC)	2,20	2,25	2,05	0,00	5,68	2,02	5,13	5,85	5,75	0,00	3,68	4,53	5,25	4,75	4,70	0,00	2,83	3,54	8,05	6,30	2,37	4,16	8,05	3,51
Graminées	82,70	98,20	91,30	92,10	90,80	95,80	91,70	97,70	91,80	96,80	97,10	98,20	80,30	98,20	91,00	91,60	91,50	97,80	93,50	76,90	91,82	95,55	85,20	91,73
Légumineuses	0,49	0,37	3,25	3,42	3,03	3,32	0,76	0,14	1,07	0,17	0,58	1,81	0,96	0,00	0,91	1,03	2,90	1,43	1,16	0,93	2,31	0,76	1,05	1,21
Cypéracées	1,92	0,38	0,71	0,23	0,08	0,00	1,06	1,03	2,53	0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	0,22	5,24	0,00	0,00	0,09	0,08	0,55	0,77	0,09	1,25
Rubiacées	7,88	0,67	2,40	3,95	2,71	0,70	4,73	0,70	3,98	2,76	1,02	0,00	11,20	0,77	5,53	2,10	2,13	0,00	2,13	2,08	3,05	2,20	2,11	3,62
Autres	7,34	0,32	2,33	0,57	3,79	0,16	1,89	0,43	0,71	0,25	1,27	0,00	5,83	0,99	2,44	0,00	3,63	0,71	3,12	20,10	2,42	0,76	11,61	2,27

La dynamique de la composition floristique sous l'effet des cordons pierreux est régressive pour des espèces telles que *Schoenefeldia gracilis* qui sont plus abondantes à grande distance des cordons tandis que les espèces en dynamique progressive telles que *Panicum laetum* et *Digitaria horizontalis* Willd. ont une contribution spécifique plus élevée à courte distance des cordons. D'autres espèces comme *Cassia obtusifolia* sont surtout présentes à une distance située entre 0 et 10 m des cordons pierreux (Figure 9).

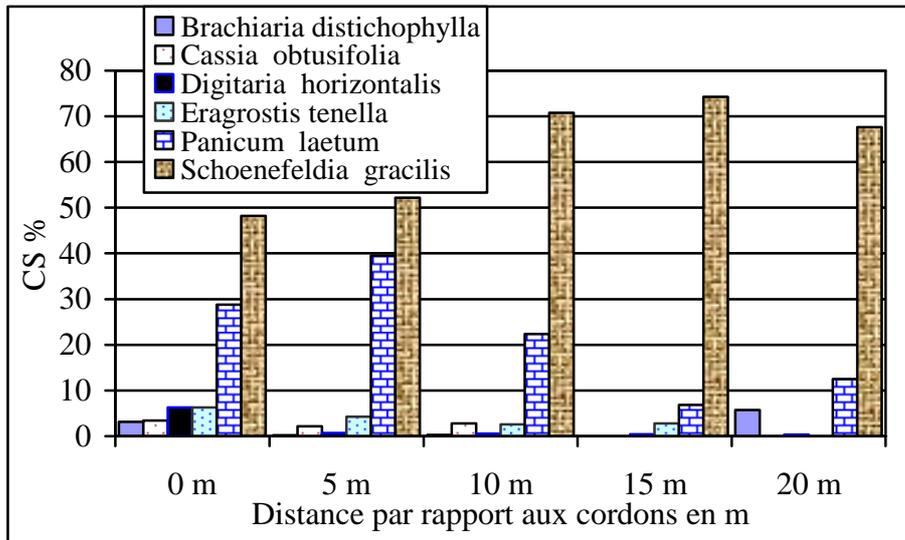


Figure 9: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la dynamique de la contribution spécifique (CS %) des principales espèces

3.3.2. Évaluation de la valeur pastorale

Les traitements ont eu des effets significatifs ($P < 0,05$) sur les indices de qualité de la valeur pastorale. Les espèces de catégories très bonnes sont plus importantes sur les parcelles aménagées (17,7 à 28,7%) par rapport au témoin (14,8%). Les indices des catégories moyennes ne présentent pas de différence significative par rapport au traitement. D'un constat générale, les aménagements n'ont pas apporté de différence significative ($P > 0,05$) sur l'ensemble des indices de qualité (Tableau XX).

Tableau XX: Effets des cordons pierreux sur la dynamique de la valeur pastorale en %

Catégories	Cordons	Scarifiage	Protection	Témoin
Excellent	0,0	0,0	0,0	0,0
Très bon	28,7 ^a	17,7 ^{ab}	21,3 ^{ab}	14,8 ^b
Bon	1,9 ^a	8,3 ^b	2,0 ^a	2,3 ^a
Moyen	20,3 ^a	25,1 ^a	26,6 ^a	27,9 ^a
Médiocre	0,6 ^{ab}	0,2 ^b	0,3 ^b	0,8 ^a
Nulle	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	51,5 ^a	51,3 ^a	50,2 ^a	45,9 ^a

Les valeurs portant la même lettre par ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Par rapport à la distance aux cordons pierreux, les observations révèlent des différences significatives ($P < 0,05$) pour toutes les catégories d'espèces fourragères. Les indices de qualité des espèces très bonnes et médiocres sont plus importants aux pieds des cordons d'où elles évoluent en régressant par rapport à la distance aux cordons. Les espèces de moyenne qualité augmentent par contre avec la distance aux cordons (Figure 10).

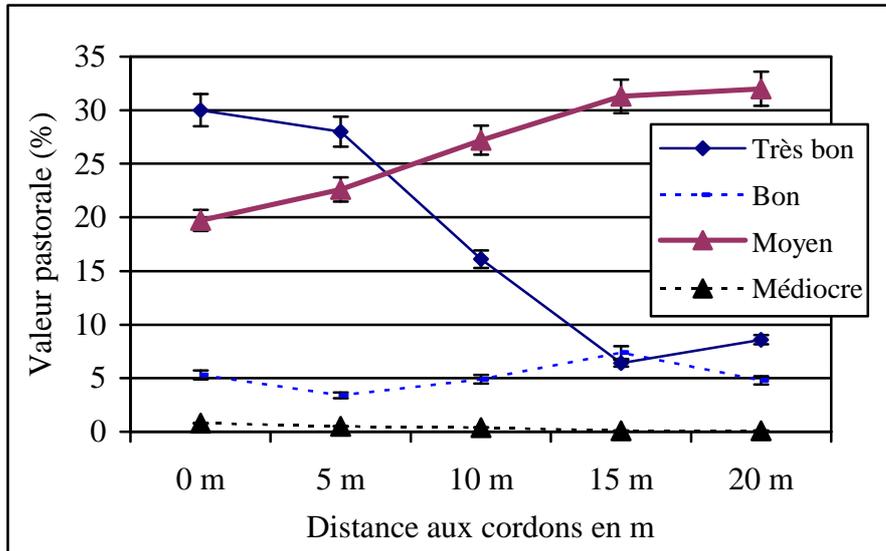


Figure 10: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la dynamique de la valeur pastorale par catégorie d'espèces fourragères (en %)

3.3.3. Impact des cordons sur la phytomasse de la végétation herbacée.

L'évaluation de la phytomasse montre au tableau XXI que les aménagements ont permis un développement significatif ($P < 0,05$) de la végétation. Cela s'est traduit par une augmentation de la production des parcelles aménagées en cordons pierreux ($107,9 \text{ g de MS/m}^2$), protégées ($110,4 \text{ g de MS/m}^2$) ou scarifiées ($60,23 \text{ g de MS/m}^2$) en comparaison du témoin ($38,35 \text{ g de MS/m}^2$). La végétation s'est particulièrement développée aux pieds des cordons où le niveau de production a augmenté de plus de 4 fois par rapport au témoin.

De l'observation générale, il ressort une grande variabilité inter annuelle de la production des pâturages liés à la pluviosité, à l'hétérogénéité et au faible recouvrement de l'unité. Cela s'est traduit par les faibles niveaux de précision obtenue pour les mesures d'évaluation. Cependant, les cordons et les mises en défens contribuent fortement à réduire cette hétérogénéité. Après six années d'aménagement, les effets sur le niveau de production enregistré laissent penser que les cordons pierreux sont des aménagements durables pour les zones pastorales. Aussi il ressort que dès les premières années les potentialités liées à l'effet des aménagements sont totalement exprimées et les variations inter annuelles sont surtout le fait de la pluviométrie et de l'exploitation pastorales durant les saisons de pluies, le site n'étant pas protégé.

Tableau XXI: Effets du d'aménagement sur la dynamique inter annuelle des productions de phytomasse en g/m² en septembre

Traitements	Années						Moyenne six ans
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Cordons (0 m)	245 ^a	122 ^a	120,3 ^a	134,5 ^a	122,6 ^a	100,6 ^{ab}	140,8 ^a
Inter cordons (5 à 20 m)	175 ^c	50,25 ^{bc}	45,1 ^c	103,6 ^{ab}	24,5 ^b	80 ^{ab}	79,74 ^{bc}
Total cordons (0 à 20 m)	210 ^b	86,15 ^{ab}	82,65 ^b	111,3 ^a	73,45 ^{ab}	84,13 ^{ab}	107,9 ^{ab}
Mise en défens	128,9 ^d	87,15 ^{ab}	120,6 ^a	133 ^a	70,8 ^{ab}	189,5 ^a	110,4 ^a
Témoin	57,5 ^e	28,75 ^c	26,1 ^d	62,5 ^b	37,68 ^b	17,55 ^b	38,35 ^d
Scarifiage	-	-	-	93,35 ^{ab}	48 ^b	35,55 ^b	60,23 ^{cd}

Les valeurs portant la même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

La production de phytomasse suit un gradient selon la distance au cordon (Figure 11). D'une façon générale, elle est importante à proximité et diminue significativement ($P < 0,05$) au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. A partir de 20 m des cordons, la production des parcelles aménagées se rapproche de celle du témoin où les graminées se réduisent pratiquement à une espèce sur ce type d'unité de végétation.

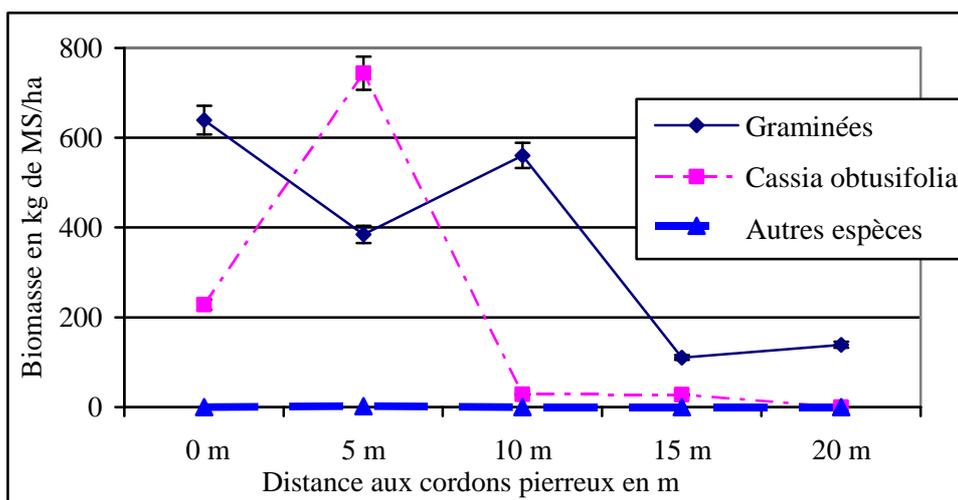


Figure 11: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la production de phytomasse en kg de MS/ha en septembre

3.3.4. Capacité de charge

La capacité de charge a été évaluée à partir de la production de phytomasse. Il ressort que les aménagements ont amélioré significativement ($P < 0,05$) la capacité de l'unité de végétation de près de 2 à 3 fois (Tableau XXII). Cette augmentation est déjà très importante à partir de la première année des aménagements et se poursuit même après six ans. Il apparaît cependant de grandes variations inter annuelles dans cette production (pouvant aller du simple au double) qui sont probablement liées à la pluviosité, l'impact de l'activité pastorale, etc. Mais d'un constat général, les aménagements peuvent être considérés comme bénéfiques pour l'amélioration de la production fourragère.

Tableau XXII: Effet des aménagements sur la capacité de charge en UBT/ha en septembre

Types d'aménagement	Années						Moyenne des six ans
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Cordons (0 m)	0,430 ^a	0,214 ^a	0,211 ^a	0,236 ^a	0,215 ^a	0,176 ^{ab}	0,247 ^a
Inter cordons (5 à 20 m)	0,307 ^c	0,088 ^{bc}	0,079 ^c	0,182 ^{ab}	0,043 ^b	0,140 ^{ab}	0,140 ^{bc}
Total cordons (0 à 20 m)	0,368 ^b	0,151 ^{ab}	0,145 ^b	0,195 ^a	0,129 ^{ab}	0,148 ^{ab}	0,189 ^{ab}
Mise en défens	0,226 ^d	0,153 ^{ab}	0,212 ^a	0,233 ^a	0,124 ^a	0,332 ^a	0,193 ^a
Témoin	0,101 ^e	0,050 ^c	0,046 ^d	0,110 ^b	0,066 ^b	0,031 ^b	0,067 ^d
Scarifiage	-	-	-	0,164 ^{ab}	0,084 ^b	0,062 ^b	0,106 ^{cd}

Les valeurs portant la même lettre par colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

3.3.5. Fourrage qualifié

La traduction de la phytomasse produite en fourrage qualifié à partir du recouvrement et de la valeur pastorale brute permet de rendre compte des effets encore plus bénéfiques des aménagements sur la production fourragère. En effet la phytomasse nette produite sur les parcelles traitées représente de 4,9 à 11,5 fois celle du témoin (Tableau XXIII).

Tableau XXIII: Impact des diguettes et du scarifiage avec ou sans protection sur le fourrage qualifié

Paramètres	Cordon simple	Scarifiage	Protection	Témoin
Phytomasses kg de MS / ha/an	1079	602	1104	383
Valeur pastorale brute %	51,5	51,3	50,2	45,9
Recouvrement %	55,9	57,3	75,7	20,6
Valeur pastorale nette %	28,8	29,4	38	9,44
Phytomasse nette	311	177	420	36,2
CC nette (UBT/ha/an)	0,04	0,03	0,06	0,01

3.3.6. Évaluation du coût de production fourragère

Les coûts de production de fourrage et les marges liées à chaque type d'aménagement sont indiqués dans le tableau XXIV. Ils sont en moyenne de 32,34 FCFA/kg de fourrage produit sur les parcelles de cordons pierreux, 39,17 FCFA/kg pour le scarifiage, 158,76 FCFA pour les mises en défens et 11,5 FCFA/kg pour les pâturages naturels non aménagés. Les cordons pierreux (11 940 FCFA) présentent des marges bénéficiaires intéressantes pour les producteurs par rapport aux témoins (7 439 FCFA/ha). Le scarifiage améliore la productivité des parcelles sans améliorer les marges nettes de production. La protection de ce type de pâturage n'améliore pas le revenu du producteur en terme de marge nette de production de fourrage.

Tableau XXIV: Effet du type d'aménagement sur les coûts de production du fourrage

Paramètres	Cordon	Scarifiage	Protection	Témoin
1. Coût fixe /ha	9000	6667	65000	0
Cordon pierreux	9000	0	9000	0
Protection	0	0	56000	0
Scarification	0	6667	0	0
2. Coût variable	4965	2770	5076,1	1764
Main d'œuvre	4318	2409	4414	1534
Transport	647,6	361,4	662,1	230,1
3. Rendement fourrage kg MS/ha	431,8	240,9	441,4	153,4
Coût de production du kg du fourrage	32,34	39,17	158,76	11,5
Prix unitaire du fourrage / kg de MS	60	60	60	60
Marge brute / ha	25 906	14 454	26 484	9 203
Marge nette / ha	11 940	5 017	-43 592	7 439

3.3.7. Nutriments

3.3.7.1. Caractéristiques physico-chimiques du sol

Effet de l'aménagement sur les caractéristiques physiques du sol

Les variations des teneurs en éléments minéraux sont présentées dans le tableau XXV. On observe une augmentation de la teneur en sables dans les parcelles entièrement protégées (13%) et une baisse pour les autres types d'aménagement : 22% et 36% respectivement pour les cordons pierreux et le scarifiage). A l'opposé, la teneur du sol en éléments fins (limons et argiles) baisse dans le cas des parcelles entièrement protégées (21%) et augmente fortement pour les autres types d'aménagement : 63% pour les parcelles à cordons pierreux, et 118% pour celles à scarifiage. L'analyse de variance montre que le type d'aménagement influence significativement ($P < 0,05$) la granulométrie du sol, en particulier la teneur en sables.

Tableau XXV: Effet de l'aménagement sur la texture du sol

Type d'aménagement	Teneurs en éléments minéraux (g/100 g sol sec)		
	Sables	Limons	Argiles
Parcelle témoin	66,85 ^a	13,65 ^a	15,65 ^a
Parcelle entièrement protégée	75,35 ^a	12,33 ^a	12,35 ^a
Parcelle à cordons pierreux	52,05 ^b	22,37 ^b	25,58 ^b
Parcelle scarifiée	42,60 ^b	23,48 ^b	34,15 ^c

Les valeurs portant la même lettre (par colonne) ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Dans l'espace inter cordon, aucune différence significative n'a été observée entre les prélèvements effectués à 0, 10 et 20 m du cordon. Ce qui veut donc dire que la pose d'un cordon pierreux améliore de façon homogène sur une distance d'au moins 20 m, les paramètres physiques du sol. De ce point de vue, il est donc plus économique en temps et en matériel, d'opter pour un intervalle de 20 m.

Effet de l'aménagement sur les caractéristiques chimiques du sol

Les résultats présentés dans le tableau XXVI montrent que les techniques d'aménagement appliquées influent différemment sur les teneurs des sols en carbone organique, azote total, phosphore assimilable. Les teneurs en carbone organique et en azote total varient respectivement de 1,65‰ et 0,19‰ dans la parcelle protégée à 4‰ et 0,35‰ dans la parcelle scarifiée. L'analyse de variance indique une différence significative entre la teneur en carbone du sol de la parcelle témoin, et celle des parcelles aménagées en cordons pierreux, d'une part, et des parcelles sous scarifiage d'autre part. Il en est de même pour les teneurs en phosphore. La protection intégrale n'a aucun effet significatif sur la teneur du sol en carbone. Dans le même sens, aucun des aménagements effectués n'a influé significativement sur le pH, et sur le rapport C/N.

Tableau XXVI: Effet du type d'aménagement sur la teneur du sol en carbone organique (‰), en azote total (‰), en phosphore (mg/kg), sur le pH et le rapport C/N

Type d'aménagement	Carbone organique (‰)	Azote total (‰)	Phosphore (mg/kg)	pH	C/N
Témoin	1,93 ^a	0,22 ^a	67,45 ^a	5,74 ^a	9 ^a
Protection	1,65 ^a	0,19 ^a	59,05 ^b	5,96 ^a	9 ^a
Cordon	3,42 ^b	0,33 ^b	71,63 ^c	5,77 ^a	10 ^a
Scarifiage	4,0 ^b	0,35 ^b	76,25 ^d	6,14 ^a	11 ^a

Les valeurs portant la même lettre (par colonne) ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

La technique des cordons pierreux, et celle de la scarification ont entraîné une augmentation sensible des teneurs du sol en carbone organique, en azote total et en phosphore assimilable. La distance qui sépare les cordons pierreux a un effet significatif ($P < 0,05$) sur les caractéristiques chimiques du sol (Tableau XXVII). Cependant, aucune différence significative n'est observée entre les prélèvements effectués à 10 et 20 m du cordon pierreux. La pose de cordons pierreux espacés de 20 m, permet d'améliorer les paramètres physiques et chimiques du sol.

Tableau XXVII: Effet de la distance aux cordons pierreux sur la teneur du sol en carbone organique (‰), en azote (‰), en phosphore (mg/kg), sur le pH et rapport C/N

Distance	Carbone organique (‰)	Azote total (‰)	Phosphore (mg/kg)	pH	C/N
0 m	1,97 ^a	0,25 ^a	58,7 ^a	6,04 ^a	8 ^a
10 m	4,04 ^b	0,41 ^b	76,2 ^b	5,61 ^a	10 ^{ab}
20 m	4,25 ^b	0,31 ^{ab}	80,00 ^b	5,66 ^a	14 ^b

Les valeurs portant la même lettre (par colonne) ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

3.3.7.2. Composition chimiques des fourrages

L'analyse des fourrages récoltés en septembre a permis de déterminer leur qualité. Il ressort de la synthèse des résultats (Tableau XXVIII) que les teneurs azote (N) et phosphore (P) sont plus élevées dans les parcelles des cordons que les autres. Cette différence est liée certainement à la qualité chimique du sol mais elle est surtout due au fait qu'à la date de récolte, les fourrages récoltés le long des cordons et au voisinage demeurent plus verts que sur les mises en défens et les témoins où ils s'assèchent plus rapidement. L'aménagement permettrait aux producteurs d'allonger leur période de récolte de foin naturel.

Tableau XXVIII: Teneurs en éléments minéraux des fourrages dans les parcelles aménagées en septembre 2003

Type d'aménagement	Graminées				<i>Cassia obtusifolia</i>			
	MO %	C%	N%	P mg/kg de MS	MO %	C%	N%	P mg/kg de MS
Cordons	84,9	51,3	11,4	597	92,1	53,5	23,8	968
Protection	94,7	55	7,15	474	-	-	-	-
Témoin	91,7	53,2	8,45	519	-	-	-	-

3.3.7.3. Organisation des nutriments N et P

Suite aux aménagements, l'organisation d'azote (N) et de phosphore (P) dans la phytomasse végétale augmente en relation avec l'accroissement de la production fourragère et de la concentration des nutriments dans la phytomasse. Les quantités d'N organisé dans la phytomasse épigée s'élèvent à 3,18 kg/ha en septembre sur le témoin alors qu'elles varient de 4,06 pour les parcelles scarifiées à près de 10,98 kg/ha en septembre pour les cordons pierreux. Les quantités de P ont également été améliorées de + 0,32 kg/ha en septembre. Du fait de la présence de *Cassia obtusifolia* sur les cordons, l'organisation d'N et de P y est notablement plus élevée (45,4 et 38,5% de contribution respective pour cette seule espèce) (Tableau XXIX).

Tableau XXIX: Organisation de l'azote et du phosphore dans la phytomasse des parcelles aménagées et des témoins en septembre

Type d'aménagement	Azote en kg/ha en septembre				Phosphore en kg /ha en septembre			
	Graminée	Cassia	Autre	Total	Graminée	Cassia	Autre	Total
Total parcelle	5,98	4,99	0,01	10,98	0,31	0,2	0	0,52
Protection	5,06	0	0	5,06	0,34	0	0	0,34
Scarifiage	4,06	0	0	4,06	0,25	0	0	0,25
Témoin	3,18	0	0	3,18	0,2	0	0	0,2

3.3.8. Impact sur la dynamique de la strate ligneuse

3.3.8.1. Composition floristique

La strate ligneuse se caractérise par la présence de neuf (09) espèces réparties dans quatre familles que sont les *Mimosaceae* (35 à 40 %), les *Capparidaceae* (17 à 44 %), les *Asclepiadaceae* (20 à 40 %) et les *Rhamnaceae*. La régénération est plus forte sur les parcelles aménagées par rapport aux témoins (Figure 12).

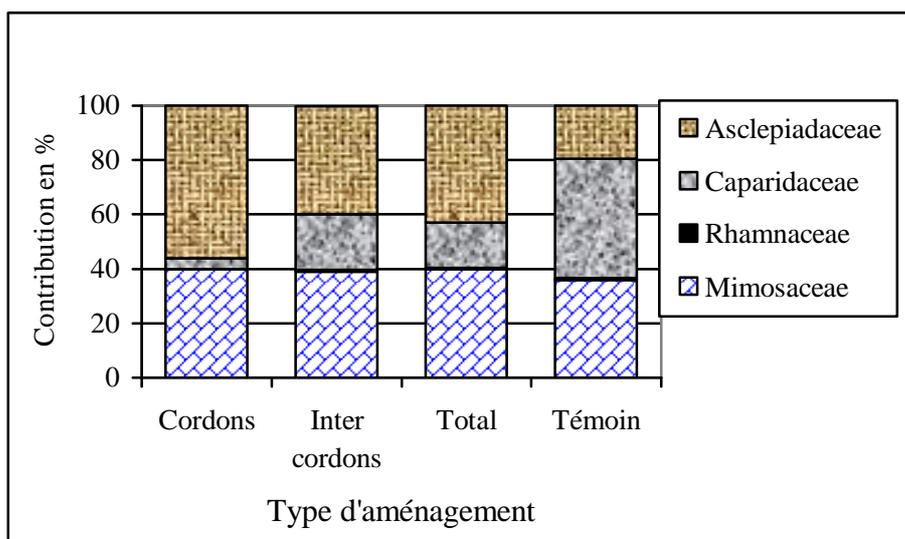


Figure 12: Contributions spécifiques des familles de la strate ligneuse en régénération suite à la mise en place des cordons pierreux

De façon spécifique, *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne (38,3%), *Acacia raddiana* (37,3%), *Maerua crassifolia* Forsk. (16,6%) constituent les espèces les plus présentes. D'un constat général, le nombre moyen des pieds en régénération est égal à 96,5 sur la parcelle aménagée et 61,5 sur le témoin soit une augmentation de + 35 pieds pour chaque hectare aménagé (Tableau XXX).

Tableau XXX: Effets des cordons pierreux sur la composition de la strate ligneuse sur le site de Yakouta

Espèces	Cordon		Inter cordon				Total général				Témoin			
	<1m	%	<1m	%	>1m	%	<1m	%	>1m	%	<1m	%	>1m	%
<i>Acacia nilotica</i>	0	0	2	2,74	0	0	2	2,07	0	0	0	0	0	0
<i>Acacia raddiana</i>	10	40	26	35,6	5,5	91,7	36	37,3	5,5	91,7	22	35,8	8,5	85
<i>Acacia senegal</i>	0	0	0,5	0,68	0	0	0,5	0,52	0	0	0	0	0	0
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
<i>Calotropis procera</i>	3	12	2	2,74	0	0	4	4,15	0	0	0	0	0	0
<i>Leptadenia hastata</i>	11	44	26	35,6	0	0	37	38,3	0	0	11,5	18,7	0	0
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	0	0	1	1,37	0	0	0,5	0,52	0	0	0,5	0,81	0	0
<i>Maerua crassifolia</i>	1	4	15	20,5	0	0	16	16,6	0	0	27	43,9	0,5	5
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0	0	0,5	0,68	0,5	8,3	0,5	0,52	0,5	8,3	0,5	0,81	0	0
Total	25	100	73	100	6	100	96,5	100	6	100	61,5	100	10	100

3.3.8.2. Intérêt fourrager

Pour les parcelles de cordons pierreux, il ressort que les espèces très appréciées sont plus importantes sur le témoin (40,6%) que sur les cordons pierreux où elles ne représentent seulement que 16,35%. Les espèces classées peu appréciées sont particulièrement plus importantes dans les parcelles aménagées, +24,3% par rapport au témoin (Figure 13).

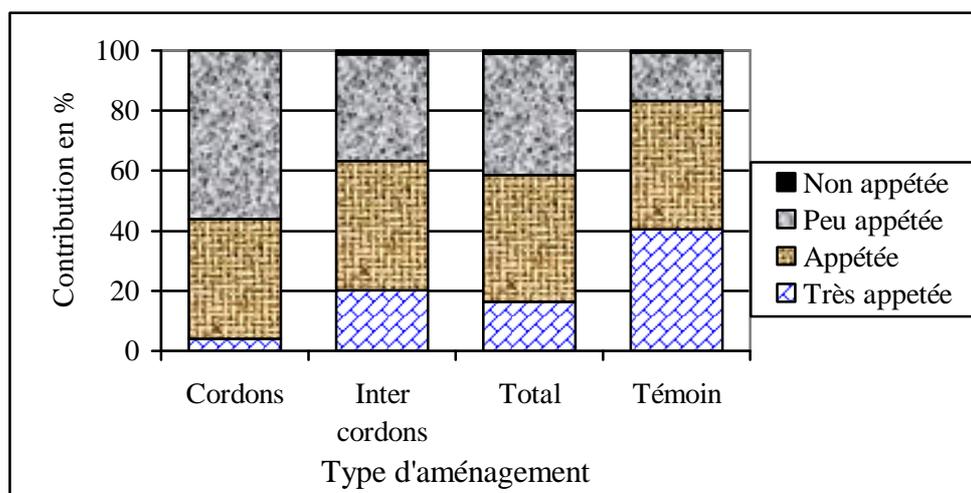


Figure 13: Effets des cordons pierreux sur la dynamique de l'appétibilité des espèces ligneuses

3.4. Discussion

Entre 1999 et 2004, les variables de richesse floristique, de recouvrement, de production fourragère, de valeur pastorale et d'organisation minérale dans la phytomasse augmentent avec les aménagements en cordons, scarifiage et protection, à la faveur de l'amélioration de l'infiltration et de l'enrichissement du sol en sédiments et en matières organiques.

Par rapport au témoin, les cordons, les mises en défens et les scarifiages multiplient les recouvrements par un coefficient de 1,5 à 4,5. Ce résultat est analogue aux analyses faites par

Toutain et Piot (1980), et par Claude *et al.*, (1991), selon lesquels des améliorations de 3 à 4 fois sont obtenues en cinq ans sur des parcelles simplement protégées.

Du point de vue botanique, les augmentations se manifestent par un doublement de la richesse floristique par rapport au témoin. Quelques espèces végétales apparaissent régulièrement et en proportion plus importante. Les cordons favorisent surtout l'installation des espèces hygrophiles en conformité avec l'augmentation de l'humidité du sol et des apports en sédiments. Ces espèces s'installent au détriment d'autres plus tolérantes à la sécheresse (Hien, 1995). L'augmentation des fourrages sur pied sous l'influence des traitements appliqués est évaluée de 2 à 3 fois celle du témoin. Cette augmentation corrobore les observations faites par certains auteurs sur d'autres types d'aménagement (Claude *et al.*, 1991, Toutain et Piot, 1980). Par ailleurs, les observations indiquent que les variations inter annuelles constatées sont surtout le fait de la pluviosité et de l'exploitation pastorale durant les saisons de pluies, le site étant ouvert à la pâture en toute saison.

En terme de texture du sol, les différentes techniques ont entraîné des améliorations significatives. En effet, il est connu que les altérations de la texture du sol dues à l'érosion peuvent être une indication du déclin de la qualité physique des sols (Yoni, 2005). Chaque fois que la teneur du sol en éléments fins augmente, il y a lieu de penser que l'on assiste à une amélioration de la qualité des sols. Parce qu'elles améliorent les paramètres physiques du sol (teneur limons et argiles), les techniques des cordons pierreux et de la scarification peuvent donc être considérées comme idéales pour la récupération des sols dégradés en zone sahélienne. En améliorant de façon sensible la teneur du sol en limons et surtout en argiles, ces techniques augmentent aussi la capacité du sol à séquestrer le carbone (Feller, 1994 ; Feller *et al.*, 1996; Silver *et al.*, 2000). A l'opposé, la protection intégrale s'est avérée une opération inefficace (augmentation de la teneur en sable et donc réduction de la capacité de stockage de la matière organique du sol), et donc inutilement coûteuse (frais de mise en place de la barrière de protection, frais de gardiennage, etc.).

L'érosion et la texture sont des facteurs qui ont une influence directe sur le niveau du stock de matière organique dans les sols tropicaux. En réduisant l'érosion hydrique, et en améliorant la texture du sol notamment la teneur en éléments fins, les techniques d'aménagement appliquées améliorent les caractéristiques chimiques (teneurs en carbone, azote et phosphore) du sol. En effet, les cordons pierreux et la scarification sont des obstacles physiques qui favorisent la sédimentation et le piégeage des éléments fins du sol, et donc un stockage du carbone organique. De nombreux auteurs ont établi pour les sols tropicaux, une corrélation positive entre la teneur en carbone organique du sol et celle de l'argile et des limons fins (Feller *et al.*, 1996;

Ouattara *et al.*, 1998; Yoni, 2005). Plus les teneurs en argile et en limons fins sont élevées, plus les contenus en carbone et en azote sont élevés. Ce lien est également observé ici : les deux techniques améliorent à la fois la teneur du sol en éléments fins et la teneur en carbone organique. La réduction de l'érosion améliore les paramètres chimiques du sol, en freinant les sorties d'éléments fins du système, et en réduisant les pertes de nutriments. En effet, Zougmore *et al.*, (2004) ont montré que la réduction de l'érosion due aux cordons pierreux en zone semi aride du Burkina Faso, entraînait également une réduction des pertes d'azote de 27 %, 32 % et 82 % respectivement en un, deux et trois ans.

Les observations sur l'organisation des nutriments N et P montrent que les glacis peuvent induire une production de fourrage de bonne qualité si les conditions de conservation des eaux et des sols sont garanties (près de 3,5 et 2,6 fois d'augmentation d'N et de P respectivement). Par cette étude, il ressort que l'aménagement en cordons pierreux permet de relever de façon durable le niveau de production fourragère des unités de pâturage de faible productivité. Ils peuvent donc être utilisés comme outil de production dans les plans d'aménagement des terroirs en zone sahélienne. Cependant la dynamique dans les parcelles a montré pour tous les paramètres qu'à partir de 20 m des cordons les effets étaient minimales, proches des conditions de témoin, et suggèrent que les lignes de cordons soit répétées tous les 20 m au moins pour permettre de maximiser la régénération de la production fourragère.

Par ailleurs, les résultats d'évaluation des coûts de production fourragère montrent que les mises en défens ont présenté une rentabilité économique plus faible que les autres traitements en raison certainement des coûts élevés des investissements. Au plan écologique par contre, ils constituent les meilleures formes d'investissement. Il convient de noter que le scarifiage a une durée de vie plus courte (trois ans) que les cordons. Le premier va nécessiter des interventions fréquentes sur les pâturages tandis que les cordons peuvent durer plus d'une dizaine d'années s'ils sont entretenus. Au regard des coûts d'investissement, le choix de la technologie sera fonction des moyens disponibles et des formes de soutien dont disposent les communautés paysannes.

3.5. Conclusion

La confection des cordons pierreux sur les glacis dégradés améliore la texture du sol et le bilan hydrique qui à leur tour assurent une augmentation significative du recouvrement et la phytomasse. Cette étude démontre que ces acquis sont durables et les effets de l'amélioration sont effectifs dès les premières années. Cependant il apparaît également que cette dynamique de

la végétation est tributaire de la distribution inter annuelle de la pluviosité et de la variabilité édaphique de l'écosystème (distribution des placages sableux, niveau topographique, etc.). L'analyse de la répartition spatiale des particules minérales du sol a montré que la pose de cordons pierreux et le scarifiage ont entraîné une augmentation de la teneur du sol en éléments fins (limons et argiles). Ces deux techniques affectent aussi de façon positive et significative les teneurs en carbone organique, en azote total et en phosphore. Cinq années ont donc suffi pour améliorer de façon significative les paramètres physiques du sol. En ce qui concerne les cordons pierreux, il s'est avéré que l'effet positif induit est observable sur une distance de 20 m. Ceci est particulièrement important quand on sait que la pose des cordons pierreux a un coût physique et économique pour les producteurs. A l'échelle du temps d'observation, la protection intégrale n'a aucun effet positif sur les paramètres physico-chimiques du sol.

Parce qu'elle améliore les paramètres physiques du sol (teneur limons et argiles), la production fourragère et le recouvrement du sol, la technique des cordons pierreux, et celle de la scarification peuvent donc être considérées comme idéales pour la récupération des sols des pâturages dégradés en zone sahélienne.

Cette perception a été perçue par les producteurs qui ont contribué à la réalisation des travaux d'aménagement ; mais les problèmes de prises charges des coûts de réalisation de ces techniques constituent une contrainte majeure pour leur extension à l'échelle de tout le terroir. Des réflexions doivent se poursuivre pour identifier les principaux facteurs d'accompagnement des producteurs (acquisition et gestion du matériel, élaboration de modèle de gestion des terres aménagées, etc.).

Chapitre 4

Effets des digues filtrantes sur la productivité des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso

Résumé

Cette étude expose les effets de l'aménagement des pâturages par la digue filtrante sur la dynamique de la végétation. Dans les régions sahéliennes, de nombreuses techniques sont appliquées sur les sols pour la restauration des parcours dégradés. La digue filtrante s'intéresse particulièrement aux axes de drainage ou bas - fonds en dégradation. La méthode d'étude a consisté à évaluer l'impact des digues filtrantes par l'inventaire de la végétation, la mesure de la phytomasse produite, et l'analyse chimique d'échantillons de fourrage et de sol. Ces observations ont été faites à la fois sur l'espace aménagé et sur un espace témoin représentatif en deux fois durant cinq ans. Les observations sur l'espace aménagé (stations d'observation d'un ha) ont été faites en fonction du gradient par rapport à la digue filtrante tandis que sur le témoin (station d'observation d'un ha), les mesures ont été homogénéisées sur l'ensemble de la parcelle. Les résultats obtenus des inventaires de végétation montrent un effet positif de l'aménagement sur la dynamique de la végétation qui se maintient après cinq années. Les effets concernent la composition floristique pour laquelle certaines espèces connaissent une amélioration. Il s'agit de *Panicum laetum* (+5,9% en 1999 et +1,9% en 2003), *Setaria pallide fusca* (+2,4 à + 8,6%), *Cassia obtusifolia* (+13,6% à + 9,3%) et *Zornia glochidiata* (-2,9% à + 1,7 %). Les espèces en régression sont surtout composées de *Schoenefeldia gracilis* (+1,7% à - 12%) et *Microchloa indica* (-28,9% à - 12,1% entre 1999 et 2003). L'écart de recouvrement du sol entre la parcelle aménagée et le témoin a été de - 0,4% en 1999 contre + 14,6% en 2003. La phytomasse produite et la capacité de charge ont connu une expansion allant de 3,14 à 4,5 fois par rapport à l'espace non aménagé. Cependant, des suivis doivent encore être maintenus en associant surtout les effets de l'exploitation (fauche et pâture) pour mieux préciser l'efficacité et la durabilité de ces aménagements sur les zones pastorales en même temps que des stratégies sont définies au niveau village sur la gestion de ces espaces restaurés.

Mots clés : Digue filtrante, pâturage, aménagement, dégradation, végétation, phytomasse

4.1. Introduction

En région sahélienne, l'élevage constitue l'une des principales activités socio - économiques de la population. Cet élevage s'effectue à base de ruminants (bovins, ovins, caprins, camelins) qui tirent l'essentiel de leurs besoins alimentaires des pâturages naturels (Claude *et al.*, 1991 ; MARA, 1999). Ces derniers sont par ailleurs sujets à de multiples contraintes dont les principales sont la pression démographique sur les meilleures terres, les zones de pâture et la dégradation des sols par l'érosion hydrique et éolienne et l'insuffisance de fourrage du fait surtout de la faible productivité des pâturages (De Wispelaere, 1990).

Face à cette situation, de nombreuses actions de gestion ont été initiées pour améliorer et restaurer les ressources naturelles (sol et végétation) grâce à l'appui des partenaires au développement. Parmi ces actions, des aménagements anti - érosifs de plusieurs types sont initiés dans les programmes de développement, en l'occurrence les cordons pierreux anti - érosives, les sous-solages, les digues filtrantes, etc. Ces aménagements s'effectuent en fonction de la nature des sols et les digues filtrantes qui constituent l'objet de ce chapitre sont réalisées par les populations de cette région sur les axes de drainage et les bas-fonds en dégradation. Cette étude s'intéresse particulièrement à l'efficacité sol - végétation de cette technique sur les

pâturages naturels. Sa contribution à l'aménagement des pâturages constitue une nouvelle expérience pour les populations et elle peut aider à renseigner les décideurs, les producteurs et les partenaires au développement sur la pertinence ces aménagements sur les axes de drainage et les bas-fonds en dégradation.

4.2. Matériel et méthodes

4.2.1. Définition de la digue filtrante

La digue filtrante est un dispositif en pierres libres (c'est-à-dire non maçonnées ni rejointes) qui est construite dans un cours d'eau à écoulement temporaire, dans un bas-fond ou dans un axe de drainage. Elle est utilisée pour lutter contre l'érosion des sols par les eaux de ruissellement dans des terrains productifs. Sa longueur dépend des dimensions du bas-fond ou de l'axe de drainage et varie habituellement de 20 à 400 m ; sa hauteur est comprise entre 0,2 et 1,00 m et sa largeur entre 0,50 et 2,00 m. C'est un ouvrage anti - érosif utilisé également pour le traitement des ravines.

4.2.2. Site d'étude et dispositifs

L'étude a été menée à Sambangou, village situé dans la province du Yagha. Le climat est de type sahélien. En 1999, première année d'évaluation, la pluviosité a été de 545,4 mm tandis qu'en 2003, elle était de 688 mm. Entre les deux périodes, elle se situe dans la moyenne normale de cette région qui se situe entre 400 à 600 mm. Les sols sont caractérisés par un aplanissement très poussé résultant d'une longue évolution géomorphologique. Ils sont en général très diversifiés et constituent en majorité de mauvais supports physiques pour la végétation en raison de leur faible perméabilité ; ce qui freine l'infiltration de l'eau. D'une façon générale, la disponibilité en eau apparaît comme une des contraintes majeures pour la production végétale. La végétation comporte essentiellement des steppes caractérisées par la prédominance de *Schoenefeldia gracilis*, *Panicum laetum*, *Loudetia togoensis* pour les herbacées. La strate ligneuse est dominée par des combrétacées, et des acacias. Le site d'étude se situe sur l'espace du terroir villageois réservé à la pâture.

L'aménagement est mis en place sur un axe de drainage représentatif de l'ensemble des situations observables pour la zone. Cette unité représente 3 à 4% de l'ensemble des unités de végétation mais se caractérise par sa plus grande productivité végétale.

La digue filtrante a été mise en place en fin de saison sèche de 1998. Le dispositif d'étude a consisté à délimiter deux parcelles homogènes d'un hectare : une dans la zone aménagée et une autre à proximité sur la même station écologique n'ayant pas d'aménagement, pour servir de

témoin. La taille des parcelles d'un hectare a été jugée suffisante comme station écologique d'observation. Cette superficie est en effet supérieure à l'aire minimale (16 à 45 m²) déterminée par différents auteurs (Daget et Poissonet, 1971, Grouzis, 1988). Les mesures des différents paramètres ont été effectuées sur ces deux stations. Les coordonnées géographiques des parcelles ont été de 31P 216497 et UTM 143114 pour la digue filtrante et de 31P 216527 et UTM 148324 pour le témoin. L'ensemble du dispositif n'est pas mis en défens et est occasionnellement pâturé en saison des pluies (Figure 14).

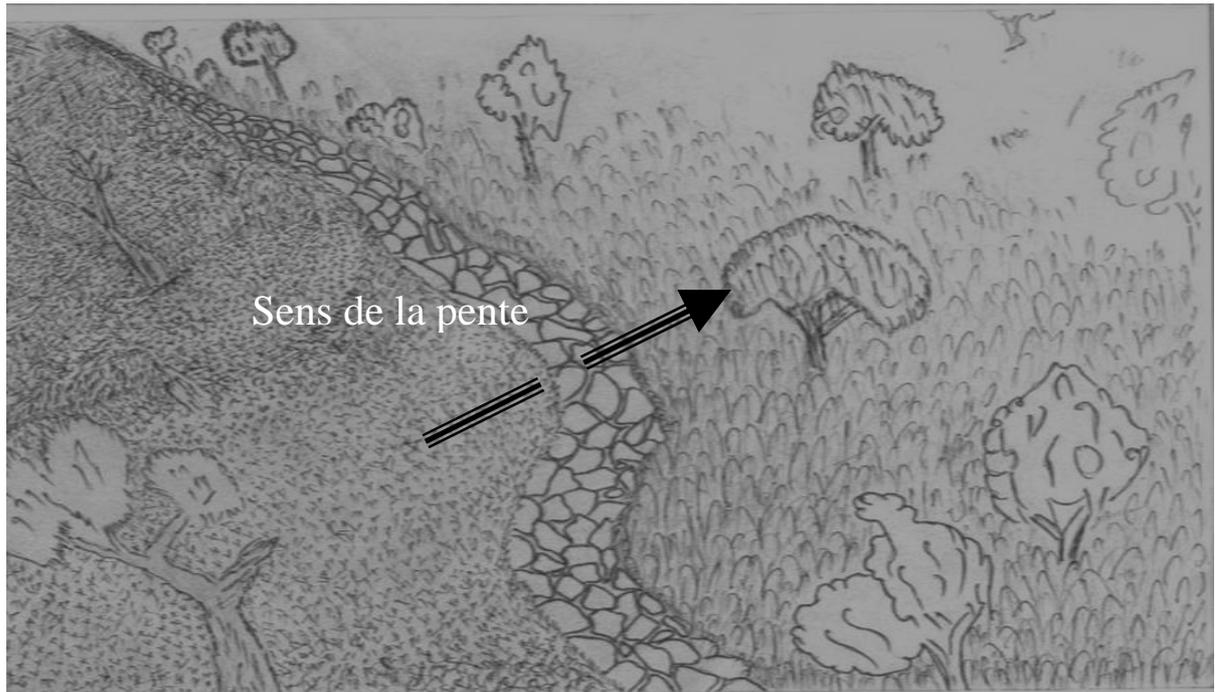


Figure 14: Dessin d'une digue filtrante

4.2.3. Observations

4.2.3.1. Végétation

Les caractéristiques de la végétation ont été déterminées par les inventaires floristiques en fin de saison des pluies de 1999 et de 2003 qui ont permis de calculer les contributions spécifiques des espèces présentes sur les stations, de déterminer le recouvrement, de déduire les valeurs pastorales. Les prélèvements de sols et de végétation ont été effectués pour la détermination des principaux nutriments.

Toutes les observations, inventaires, production de phytomasse, prélèvements de sol et de végétation se sont effectuées suivant le gradient par rapport à la digue filtrante à 0 m, 5 m, 10 m, 15 m et 20 m de celle – ci. Elles ont été répétées en quatre transects en amont et en aval (Figure 15).

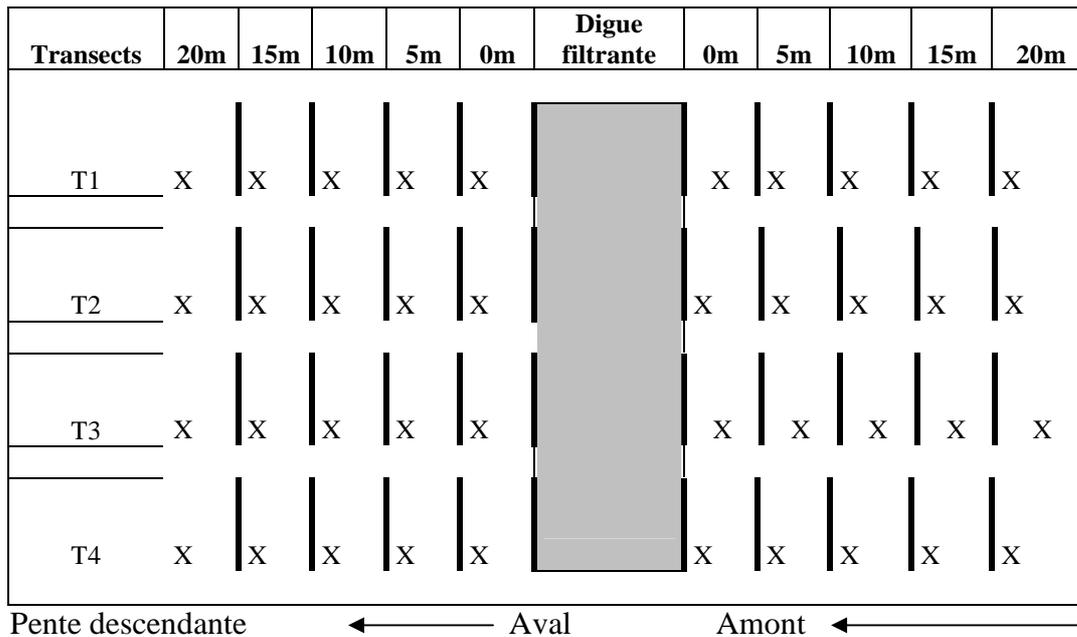


Figure 15: Plan schématique des transects (4), lignes (40) et placeaux fauchés (40) de la parcelle de digue filtrante

Pour les inventaires de la végétation herbacée, la méthode des « points quadrats alignés » de (Daget et Poissonet, 1971) a été utilisée. La valeur pastorale déduite de ces inventaires a été calculée à partir de la valeur relative des espèces inventoriées selon la méthode de Daget et Poissonet, 1971. La production de la phytomasse a été évaluée par la méthode de la « récolte intégrale » sur des placeaux de 1 m² suivant (Levang, 1978). Les capacités de charge ont ensuite été déduites de cette production selon la méthode de (Boudet, 1991).

La valeur pastorale nette des parcelles et du fourrage qualité a été ensuite déterminée à partir des recouvrements, des indices de qualité et de la production totale de phytomasse afin d'effectuer une évaluation non surestimée des productions attendus par les aménagements (Akpo *et al.*, 2002).

Les coûts de production du fourrage sur les parcelles ont été évalués en tenant compte des charges d'aménagement et d'exploitation du fourrage. L'aménagement en digue filtrante a été évalué à 800 000 FCFA/ha avec une durée d'amortissement de 20 ans (PSB, 2003). Les coûts d'exploitation de fourrage ont été évalués à 10 FCFA/kg de MS et le transport à 1,5 FCFA/kg de MS sur la base des données d'enquête dans le village. Les marges nettes de production ont été déduites de ces différentes charges, des prix de vente du fourrage (évalué à 60 FCFA / kg en saison sèche (période optimale de vente du fourrage)) (Bougouma *et al.*, 2001) et des productions de phytomasses exploitables estimées à 40% des productions totales évaluées en fin septembre.

4.2.3.2. Sols et Nutriments

L'approche des nutriments a été obtenue par les analyses des échantillons de sol et de fourrage. Les fourrages ont été prélevés dans les placeaux de récolte intégrale de la végétation immédiatement après l'évaluation de la phytomasse produite. Les échantillons de sol ont également aussitôt été prélevés dans ces placeaux de 1 m² sur l'horizon 0-20 cm considéré comme le siège du développement racinaire maximal de la plupart des herbacées. Les échantillons composites de sol d'un même niveau de gradient ont été stockés dans un sachet plastique. Au total 12 échantillons de sol et de végétation correspondant à plusieurs niveaux de gradient ont été conditionnés. Dans la parcelle témoin 6 échantillons composites de sols et de fourrage ont été prélevés.

4.2.4. Analyses

Les analyses de sol et de végétation ont été effectuées sur les éléments suivants : le pH, la matière organique, l'azote total, le phosphore total, et le carbone. Pour la végétation herbacée, les investigations ont plutôt concerné l'azote total et le phosphore total. La dynamique inter- et intra-annuelle de la végétation a été mesurée suivant le test de χ^2 comme décrit par (Boudet, 1991). Les résultats relatifs à la phytomasse et aux caractéristiques physico – chimiques du sol ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester l'effet des différents types d'aménagement sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. Le test de Scheffe (1959) a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

4.3. Résultats

4.3.1. Structure et composition de la végétation herbacée

Les listes floristiques des herbacées recensées évoluent avec l'âge de l'aménagement. Les inventaires ont permis de montrer qu'elles sont de 35 espèces en 1999 et 32 espèces en 2003 sur les parcelles aménagées contre respectivement 25 et 17 sur le témoin, soit un taux d'accroissement de 17% à 31% par rapport au témoin. Cet accroissement s'effectue suivant un gradient décroissant par rapport à la digue filtrante. En effet, le nombre d'espèces est plus élevé sur le gradient 0 m et évolue vers les conditions du témoin à 20 m de la digue filtrante.

Les espèces en présence se répartissent en graminées (plus de 20 espèces) dont les contributions spécifiques sont de 61% en 1999 et 65% en 2003 sur les parcelles aménagées et respectivement 79% et 80% pour les témoins. Les graminées sont suivies par les légumineuses avec 3 espèces. La contribution spécifique est de 29% sur la parcelle aménagée contre 18% sur le témoin.

Diverses autres espèces (plus de 6) sont favorisées par l'aménagement et s'installent en fonction du gradient. Cependant leur contribution spécifique globale est faible, 4,3% seulement en 1999 et 0,8% en 2003 sur la parcelle aménagée contre respectivement 2,07% et 0,3% sur le témoin.

Sur le plan spécifique, les observations montrent que parmi les espèces communes aux parcelles aménagées et leur témoin, certaines ont subi une dynamique progressive ou régressive. Parmi les espèces favorisées par la mise en place de la digue filtrant se trouvent surtout *Panicum laetum*, *Setaria pallide-fusca* (Schumach.) Stapf et Hubb., *Cassia obtusifolia*, *Zornia glochidiata*. Les espèces en régression sont surtout composées de *Eragrostis tremula* Hochst. ex Steud., *Brachiaria distichophylla* (Trin.) Stapf, *Schoenefeldia gracilis*, *Loudetia togoensis*, *Microchloa indica* (L.f.) P.de.B. (Tableau XXXI)

Les tests de comparaison deux à deux des différents niveaux de gradients, de la moyenne de toute la parcelle aménagée ont partout montré des χ^2 calculés supérieurs au χ^2 théorique au seuil très hautement significatif de 1%.

Tableau XXXI: Effets de la digue filtrante sur la dynamique de la composition floristique de la végétation: terroir de Sambonaye (1999 - 2003)

Principales espèces et familles	Traitement en 1999					Traitement 2003					Différences entre total et témoin	
	Niveau topographique			Total	Témoin	Niveau topographique			Total	Témoin	1999	2003
	0m	10m	20m			0m	10m	20m				
<i>Aristida adscensionis.</i>	0,05	0,13	0,43	0,19	1,13	3	1,9	0,5	1,5	5,9	-0,9	-4,4
<i>Borreria radiata</i>	3,24	2,85	1,71	2,65	1,3	3,11	0,2	2,45	1,8	1,2	+1,35	+0,6
<i>Brachiaria distichophylla</i>	4,1	5,87	9,83	6,98	7,11	2,57	3,98	6,45	3,2	8,1	-0,1	-4,9
<i>Cassia obtusifolia</i>	52,8	13,5	4,31	18,3	4,74	26,6	13,9	9,85	18	8,7	+13,6	+9,3
<i>Microchloa indica</i>	0,1	28,7	50,2	28,3	57,1	0	21,1	17,5	9,9	22	-29	-12
<i>Panicum laetum</i>	6,28	9,74	6,87	7,11	1,19	0,71	3,68	0,95	2,8	0,9	+5,92	+1,9
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	0,86	0,63	0	0,3	0,54	12,2	0	0	4,4	0	-0,2	+4,4
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	2,33	3,57	2,59	6,32	4,62	7,24	28,6	35	21	33	+1,7	-12
<i>Setaria pumila</i>	3,75	5,2	0,86	3,63	1,24	20	0,59	0	9,5	0,9	+2,39	+8,6
<i>Zornia glochidiata</i>	6,58	15,9	9,47	10,7	13,6	4,69	11,4	14,3	11	9,3	-2,9	+1,7
Nombre d'espèces	35	18	12	34	25	21	14	11	32	17	+9	+15
Sol nu %	0	45	60,5	34	33,6	0,25	43	41	28,4	43	+0,39	-15
IC en %	3	6	12	7	3	4,2	1,2	5	4,5	3,7	+4	+0,8
Gramineae	30,3	63,9	78,9	61,1	79,1	56,4	61	68	65	80	-18	-15
Cyperaceae	3,04	3,37	3,02	2,72	0,3	2,01	3,75	0,3	3,3	0	+2,42	+3,3
Rubiaceae	3,24	2,85	1,71	2,65	1,3	3,11	0,2	2,45	1,8	1,2	+1,35	+0,6
Légumineuses	60	29,6	11,7	29	18,6	31,5	25,3	23,5	29	18	+10,4	+11
Autres familles	6,74	3,09	3,84	4,32	2,07	7,11	9,95	5,5	0,8	0,3	+2,25	+0,5

Le test de Khi deux a montré que les différences entre les parcelles sont significatives :

Total de 1999 différent de témoin 1999 au seuil de 5% (probabilité 0,003)

Total 2003 différent de témoin 2003 au seuil de 1 % (probabilité 0,0009)

Total 1999 différent de total 2003 au seuil de 5% (probabilité 0,0012)

Témoin 1999 différent de témoin 2003 au seuil 10% (probabilité 0,009).

4.3.2. Valeur pastorale

Les indices de qualité du fourrage montrent que les catégories d'espèces fourragères présentent une variation avec le gradient par rapport à la digue filtrante (de 0 à 20 m). En effet pour les espèces de très bonne qualité composées de *Panicum laetum*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*, l'indice est élevé en année I (18,3 à 25,5%) et faible en année V (5 à 13%). Les espèces classées bonne fourragère et qui sont constituées des *Eragrostis*, de *Brachiaria distichophylla*, sont par contre moins importantes que ces dernières. Pour les espèces de moyenne qualité pastorale composées de *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida* sp, leur contribution à l'indice de qualité est faible en première année du fait de la régression de la plupart d'entre elles en première année lorsqu'on considère le gradient 0 m vers 20 m mais elles deviennent plus importantes en année V (12 à 18%). D'autre part, l'effet digue améliore la contribution des indices de qualité des espèces de médiocre qualité fourragère (*Cassia obtusifolia*, *Microchloa indica*). En année V, elle évolue à la baisse de 0 à 20 m (9,4 à 5,4). L'écart de la contribution des espèces de médiocre qualité en année I (-3,1) est plus élevé qu'en année V (+ 1,1) (Tableau XXXII).

Tableau XXXII: Effets de la digue filtrante sur l'indice de qualité (%) de la valeur pastorale des catégories d'espèces herbacées

Catégories	Espèces dominantes	Niveau topographique en 1999					Niveau topographique en 2003				
		0 m	10 m	20 m	Moyenne	Témoin	0 m	10 m	20 m	Moyenne	Témoin
Excellent	Aucune	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Très bonne	<i>Panicum laetum</i> , <i>Alysicarpus ovalifolius</i> , <i>Zornia glochidiata</i>	18,3	25,1	19,3	20,2	14,9	5	13	14	12	9,4
Bonne	<i>Brachiaria distichophylla</i> , <i>Eragrostis spp</i>	4,74	6,05	5,9	6,25	5,12	9,5	3,5	5,5	6,6	6,6
Moyenne	<i>Schoenefeldia gracilis</i> , <i>Aristida spp</i>	5,9	6,5	4,0	6,7	6,2	12	16	18	14	18
Médiocre	<i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Microchloa indica</i>	10,6	8,5	10,9	9,3	12,4	9,4	7,1	5,4	7,5	6,4
Nulle	<i>Sida alba</i> , <i>Fimbristilis hispidula</i> , <i>Ctenium elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valeur pastorale		39,5	46	40	42,4	38,6	36	40	44	40	40,4

4.3.3. Phytomasse produite

Il ressort de ces résultats que les productions sont plus élevées sur les parcelles aménagées que celles du témoin. En effet, elles sont estimées à 4,150 tonnes de MS/ha/en septembre en 1999 et 2,021 tonnes de MS/ha/en septembre en 2003 sur la parcelle aménagée contre respectivement 1,383 et 0,65 tonnes de MS/ha/en septembre pour le témoin, soit une augmentation de la production de 3,3 fois. Les valeurs moyennes sont particulièrement plus

élevées en amont (2,69 tonnes de MS/ha/en septembre) que celles enregistrées en aval (1,5 tonnes de MS/ha/en septembre). D'un constat général, il faut remarquer que l'augmentation de la phytomasse s'effectue, à l'instar du recouvrement et de la composition floristique, en fonction du gradient par rapport à la digue filtrante. Les observations montrent que la phytomasse varie significativement ($P < 0,05$) de 0 m vers 20 m (Figure 16). Cette évolution est surtout due à la présence de *Cassia obtusifolia* dont la contribution pour cette phytomasse est de 73,8% à 0 m vers 25,7% à 20 m de la digue filtrante. Sur le témoin, la phytomasse de *Cassia obtusifolia* est plus faible (14% de la production totale).

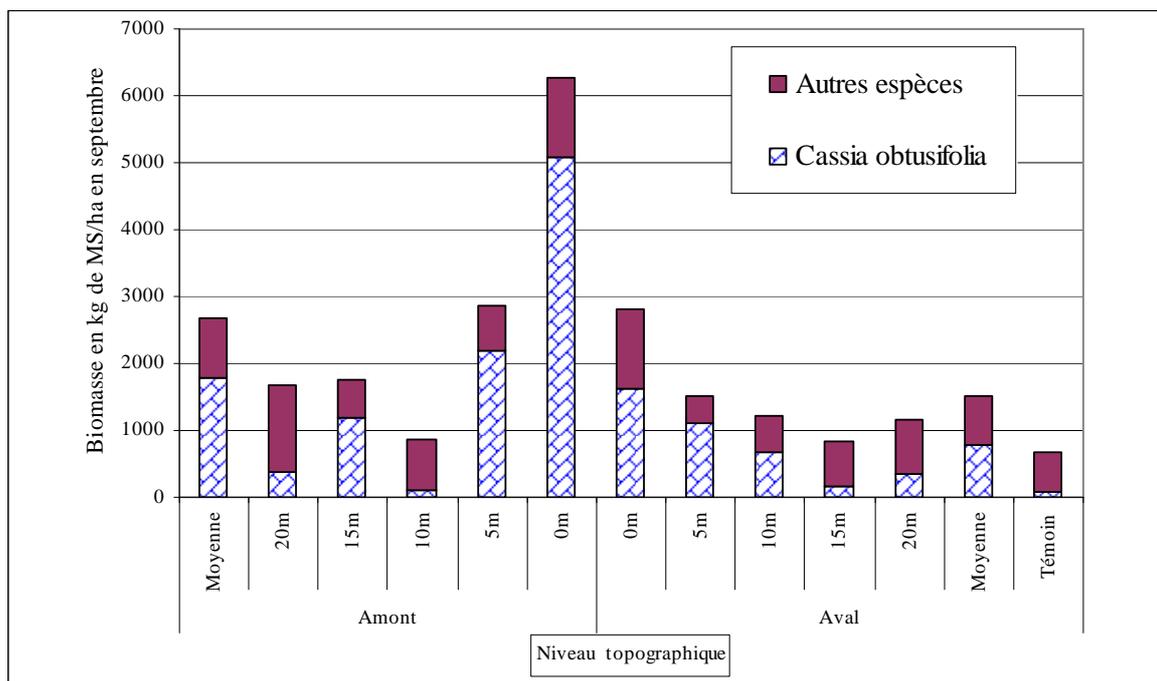


Figure 16: Impact de la digue filtrante sur la production de phytomasse des parcelles aménagée et témoin

4.3.4. Fourrage qualifié et capacité de charge

L'expression de la phytomasse produite en fourrage qualifié permet de mieux évaluer l'impact des aménagements sur la qualité du pâturage et la capacité de charge suscitée. En effet, le fourrage produit dans les parcelles aménagées est plus important du fait de l'apparition des espèces peu appréciées en forte contribution spécifique (comme le cas spécifique de *Cassia obtusifolia*).

Lorsqu'on applique à la production de phytomasse totale la valeur pastorale nette, il est possible de qualifier le fourrage produit. Ainsi comme le montre le tableau 4.3., la production totale varie de 13 300 à 4538 kg de MS/ha à 0 m de 1999 à 2003 à plus 1413 kg de MS/ha à 20 m avec des moyennes respectives de 4150 et 2021 kg. Les productions évaluées sur les témoins

ont par ailleurs varié pour la même parcelle entre 1383 kg de MS en 1999 et 662,2 kg de MS en 2003.

Les valeurs pastorales nettes respectives déduites de la valeur pastorale brute et du recouvrement de la végétation varient de 39,5 à 15,8% en 1999 et de 35,93 à 26,5% en 2003 soit des moyennes de 28 et 29,76 % contre 25 à 22,8 pour le témoin. Le fourrage qualifié des traitements s'élève alors de 4775 à 1629 kg/ha à 0 m entre 1999 et 2003 à plus 367,4 kg MS /ha à 20 m. Les moyennes des parcelles sont respectives de 1489,9 kg MS /ha et 602,3 kg MS /ha. Pour les témoin, les productions ont été évaluées 496,5 en 1999 et 152,5 kg de MS / ha en 2003.

La capacité de charge correspond aux nombres de têtes de bétails qu'un parcours peut accueillir. La capacité de charge brute varie de 1,92 à 0,66 UBT/ha à 0 m entre les deux périodes de mesure à plus de 0,20 UBT/ha à 20 m de la digue filtrante. Les moyennes de la parcelle aménagée varient de 0,60 à 0,29 tandis que celles du témoin se situent entre 0,20 à 0,09 UBT/ha. La charge pondérée calculée à partir du fourrage qualifié montre un rapport parcelle / témoin plus élevé qui varie de 3,14 à 4,5 entre les deux périodes d'évaluation (Tableau XXXIII).

Tableau XXXIII: Impact de la digue filtrante sur la production de fourrage (brute et qualifié) et la capacité de charge

Paramètres	Traitement en 1999					Traitement en 2003				
	Niveau topographique			Moyenne	Témoin	Niveau topographique			Moyenne	Témoin
	0 m	10 m	20 m			0 m	10 m	20 m		
Production (kg MS/ha)	1330	1146	-	4150	1383	4538	1050	1413	2021	662,2
Valeur pastorale brute %	39,5	46	40	42,4	38,6	36	40	44	40	40,40
Recouvrement %	100	55	39,5	66	66	99,8	57,2	59,2	74,4	57,0
Valeur pastorale nette %	39,5	25,3	15,8	28	25	35,93	22,88	26,05	29,76	23,0
Fourrage qualifié (Kg MS / ha)	4775	411,41	-	1489,9	496,5	1629	240,24	367,4	602,3	152,5
Capacité de charge (UBT / ha)	1,92	0,17	-	0,60	0,20	0,66	0,15	0,20	0,29	0,09
Capacité de charge pondérée (UBT / ha)	0,69	0,06	-	0,22	0,07	0,24	0,03	0,05	0,09	0,02

4.3.5. Évaluation des coûts de production du fourrage

Le coût de production de fourrage exploitable est en moyenne de 48,29 FCFA/kg de MS en septembre pour la parcelle aménagée et de 11,5 FCFA/de MS pour le témoin. Avec un aménagement en digue filtrante, le gain économique sur les pâturages varient de – 12 054,4 à 13 680 FCFA/ha en septembre. Les marges nettes sont particulièrement plus importantes en premières années lorsque les productions sont plus élevées (Tableau XXXIV). Elles peuvent dépendre également des degrés d'exploitation des parcelles durant la saison des pluies.

Tableau XXXIV: Évaluation des coûts de production du fourrage dus à l'aménagement

Paramètres / ha / an	1999		2003		Moyenne	
	Parcelle aménagée	Témoin	Parcelle aménagée	Témoin	Parcelle aménagée	Témoin
1. Coût fixe	40000	0	40000	0	40000	0
Digue filtrante	40000	0	40000	0	40000	0
2. Coût variable	19090	6361,8	9296,6	3046,1	14193	4704
Main d'œuvre	16600	5532	8084	2648,8	12342	4090,4
Transport	2490	829,8	1212,6	397,32	1851,3	613,56
3. Rendement fourrage net kg MS	1660	553,2	808,4	264,9	1234	409
Coût de production du kg du fourrage	35,60	11,50	60,98	11,50	48,29	11,50
Prix unitaire du fourrage / kg de MS	60	60	60	60	60	60
Marge brute	99600	33192	48504	15893	74052	24542
Marge nette	40 510	26 830	-792,6	12847	19859	19838

Le coût de l'aménagement à l'hectare est de 800 000 FCFA et sa durée d'amortissement a été évaluée sur vingt (20) ans.

4.3.6. Sols et Nutriments

4.3.6.1. Caractéristiques physico-chimiques du sol

Les caractéristiques physico-chimiques de la parcelle aménagée exprimées en fonction du gradient par rapport à la digue filtrante et comparées au témoin ont révélé des variations liées à l'effet de l'aménagement (Tableau XXXV).

En effet, les teneurs en carbone évoluent significativement ($P < 0,05$) entre 5,1 et 2,9 g/kg de 0 m à 20 m de la digue tandis que les matières organiques du sol varient respectivement de 0,9% à 0,5% dans le même espace. Sur la parcelle témoin la teneur en carbone s'élève à 3,69 g/kg et celle de la matière organique 0,64%. Les taux d'azote (N) et de phosphore (P) présentent les mêmes tendances que celles observées pour le carbone et la matière organique. En ce qui concerne les variations physiques, les résultats des analyses en limon et sable montrent leur enrichissement du sol lié aux effets de la digue tandis que le taux d'argile est en baisse passant de 17,1% sur la parcelle témoin à 9,29% en moyenne sur la parcelle aménagée.

Tableau XXXV: Caractéristiques physiques et chimiques des sols de la parcelle aménagée et témoin en 2003

Paramètres	Niveau topographique			Moyenne	Témoin
	0 m	10 m	20 m		
Carbone (C) g/kg	5,1 ^a	3,9 ^{ab}	2,9 ^b	3,93 ^{ab}	3,69 ^{ab}
MO %	0,9 ^a	0,6 ^{ab}	0,5 ^b	0,67 ^{ab}	0,64 ^{ab}
Azote total (N) g/kg	0,5 ^a	0,4 ^a	0,3 ^a	0,38 ^a	0,38 ^a
C / N	10,2 ^a	9,75 ^a	9,67 ^a	10,34 ^a	9,71 ^a
Phosphore total mg/kg	63 ^a	57 ^a	56 ^a	58,9 ^a	56,5 ^a
PHeau	6 ^a	5,2 ^a	5,8 ^a	5,68 ^a	5,88 ^a
PHcl	5,1 ^a	4,4 ^a	4,7 ^a	4,74 ^a	5,16 ^a
Argile en %	12 ^b	8,6 ^c	7,5 ^c	9,29 ^c	17,1 ^a
Limon (grossier et fin) %	20 ^a	16 ^a	16 ^a	17,3 ^a	16,6 ^a
Sable (grossier et fin) %	69 ^a	75 ^b	76 ^b	73,5 ^b	66,3 ^a

Les valeurs portant la même lettre (a, b, c) par ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

4.3.6.2. Effets sur les mobilisations d'azote et de phosphore

Les productions totales de N et de P sont indiquées au tableau 4.6. Elles montrent à l'image des productions fourragères que la disponibilité pour les fourrages produits en N et P en amont (49,79 et 2,27 kg / ha respectivement pour N et P) est plus élevée qu'en aval (23,42 et 1,12 kg / ha respectivement pour N et P) de la digue filtrante. La contribution de *Cassia obtusifolia* à la production totale de la parcelle est de 86,6% pour N et 73,4 % pour P. En outre les productions de N et de P dues à *Cassia obtusifolia* sur la parcelle aménagée ont été améliorées respectivement de 14,3 fois et 13,8 fois comparativement au témoin. Lorsqu'on considère uniquement les productions des diverses autres espèces constituées essentiellement de graminées (à près de 65% pour la parcelle aménagée et 80 % pour le témoin), il ressort de faibles différences entre la parcelle aménagée et son témoin. Après six ans d'aménagement, la contribution de *Cassia obtusifolia* à la mobilisation des nutriments du sol demeure toujours importante pour les productions animales sur les parcelles (Tableau XXXVI).

Tableau XXXVI: Mobilisation d'azote et de phosphore par la phytomasse de la parcelle aménagée et le témoin en kg/ha en septembre

Traitements	Azote total en kg			Phosphore total en kg		
	<i>Cassia obtusifolia</i>	Autres espèces	Total	<i>Cassia obtusifolia</i>	Autres espèces	Total
Amont	42,60	7,18	49,79	1,73	0,53	2,27
Aval	18,56	4,86	23,42	0,76	0,36	1,12
Total	30,58	5,96	36,54	1,24	0,44	1,69
Témoin	2,14	4,41	6,55	0,09	0,38	0,47

4.4. Discussion et conclusion

Le suivi de la dynamique de la végétation liée à l'impact de la digue filtrante a montré les effets sur la distribution de la végétation, la phytomasse et la valeur fourragère.

L'analyse faite des résultats démontre que entre les cinq années de suivi, l'aménagement a créé de très bonnes conditions pour le développement des espèces fourragères très intéressantes telles *Panicum laetum*, *Setaria pallide-fusca*. Par contre, il s'est établi à la faveur de cet aménagement, *Cassia obtusifolia* jugé habituellement moins intéressante en saison des pluies. D'un constat général, la qualité nette des pâturages aménagés a été améliorée. En effet, l'espèce *Cassia obtusifolia* est consommée (gousses et rameaux) en saison sèche pendant que leur présence sur le site en saison des pluies n'entrave pas la consommation d'espèces fourragères appréciées. Akpo *et al.*, 2002 ajoutent que la sélection devait s'effectuer à trois niveaux: la zone pâturée, l'espèce et les organes végétaux. Pourtant la valeur pastorale ne prend pas en compte les

organes végétaux alors qu'au Sahel les gousses sèches de *Cassia obtusifolia* sont prisées par les animaux. Des essais d'alimentation conduits par (Ranjhan *et al.*, 1971) ont montré que le foin de *Cassia obtusifolia* était très bien accepté par les animaux. Par ailleurs l'espèce joue un rôle essentiel dans l'amélioration du coefficient d'encombrement. Du point de vue écologique, son port racinaire puissant permet à d'autres espèces fourragères de s'installer.

En plus des impacts floristiques et des valeurs pastorales, l'augmentation de la phytomasse produite a été un des points les plus observables des effets de cet aménagement. Cette production est d'abord importante durant la première année puis diminue avec l'âge de l'aménagement. Cette diminution entre les deux périodes d'observation a été de 34,5%. Durant cette même période, le témoin s'est également dégradé autant. Ceci indique que dans les plans d'aménagement, les calculs de productions dues aux impacts devraient tenir compte évidemment de la pluviométrie mais aussi de l'âge des aménagements. Dans tous les cas, l'impact attendu des aménagements de digues filtrantes est important en matière de production fourragère. Même en appliquant à la production brute de fourrage produit le recouvrement et la valeur pastorale nette (Akpo, 2002), la différence de production du fourrage qualifié avec les témoins restent appréciables. Les aménagements de digues filtrantes permettent donc de relever de façon très intéressante le niveau de la production fourragère (de 3 à 3,2 fois entre 1999 et 2003). Ces relèvements sont encore plus importants que ceux observés par certains auteurs (Grouzis, 1988 ; Hien, 1995 ; Kiema *et al.*, 2001 ; Toutain et Piot, 1980) sur d'autres types d'aménagement tels les cordons pierreux, les mises en défens, etc. qui se situent dans des fourchettes comprises entre 1,3 à 2,3 fois.

Les mobilisations minérales (N et P) induites par la diguette par unité de surface ont été améliorées. Cette amélioration est proche des constats effectués par (Breman et Ridder, 1991) sur les sols travaillés et ensemencés avec *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius* et *Cassia mimosoides* L. ou ceux des pâturages ayant reçu des apports d'engrais. Dans tous les cas, la question de l'aménagement des zones pastorales devrait aborder également les problèmes de fertilité à long terme. En effet, si les productions de N et de P obtenues sont exploitées au maximum, il est évident que les sols aménagés se dégraderont à moyen terme.

Par ailleurs des études doivent être poursuivies pour enrichir les connaissances par rapport à la sélection des espèces sur les zones aménagées et leur durabilité (maintien de la fertilité du sol, dynamique des espèces) en rapport avec les principales techniques d'exploitation en vigueur (fauche et pâture) dans les différents villages. Des essais d'alimentation d'animaux d'embouche ou de production laitière valorisant *Cassia obtusifolia* doivent être également menés pour appréhender l'intérêt des productions animales induit par les aménagements.

Chapitre 5

Effets du sous solage sur la production fourragère des pâturages naturels de glacis

Résumé

Une étude de l'impact du sous solage sur la dynamique de la production fourragère des glacis dégradés a été effectuée dans cinq villages sahéliens. Les observations de l'effet du travail du sol ont été évaluées à travers un inventaire de la strate herbacée et de la strate ligneuse en régénération. Elles ont été faites sur des stations écologiques représentatives mises en place sur des sites aménagés et des sites non aménagés. L'analyse des résultats a mis en évidence de façon très hautement significative une plus grande diversité floristique, une amélioration de la valeur pastorale et du recouvrement des sites aménagés par rapport à leur témoin. La production fourragère et la capacité de charge des pâturages aménagés ont également été améliorées en moyenne de 7,89 fois par rapport aux pâturages non traités. En ce qui concerne la strate ligneuse, l'étude révèle une forte régénération d'espèces fourragères à raison de 281 pieds / ha sur la zone aménagée contre seulement 26 pieds / ha sur le témoin soit un accroissement moyen de 255 pieds / ha. En vue de bien valoriser l'accroissement de la production fourragère observée, l'étude recommande que des tests soient faits pour mettre en place des modèles d'exploitation et de gestion qui améliore la durabilité et l'efficacité des traitements effectués.

Mots clés : Impact – Sous solage – Production fourragère – Glacis dégradé – Amélioration

5.1. Introduction

La question de la disponibilité du fourrage constitue depuis ces dernières décennies une contrainte importante au développement de l'élevage en région sahélienne du Burkina Faso (Grouzis, 1988 ; De Wispelaere, 1990). Cette insuffisance est due à plusieurs causes : l'augmentation des effectifs du cheptel, l'extension rapide des surfaces cultivées (en relation avec la démographie galopante et la sédentarisation de nombreux éleveurs), les sécheresses répétées, l'érosion et les dégradations multiformes provoquées par les hommes et les animaux, ont fortement réduit les espaces pâturables. Pour parvenir à juguler l'impact négatif de cette situation sur les ressources fourragères, les populations du Sahel s'organisent et luttent à travers la construction des ouvrages anti – érosifs sur les zones dégradées. Le sous solage constitue une des techniques largement utilisées dans cette lutte de restauration et s'effectue surtout sur les glacis (PSB, 2003). L'objet de ce chapitre est de d'évaluer l'efficacité du sous solage sur la production fourragère afin de mieux accompagner les producteurs et les partenaires au développement dans la recherche de solutions pour réduire les problèmes de déficit fourrager.

5.2. Matériel et méthodes

5.2.1. Dispositif expérimental

Le sous solage est une technique utilisée pour la restauration des pâturages de glaciés dégradés au Sahel burkinabè. Il consiste à briser la croûte du sol au tracteur par un passage de sous soleuse rectiligne travaillant à environ 50 cm de profondeur. La largeur des sillons est de l'ordre de 30 cm et la hauteur des terres rejetées entre 50 et 100 cm. Les sillons de sous solage sont approximativement distants de 5 m et sont tracés perpendiculairement à la pente des glaciés. La taille des aménagements varie respectivement de 60 et 30 hectares pour les sites de Bangataka et Lelly. Pour chaque site de sous solage, deux stations écologiques représentatives d'un hectare chacune ont été identifiées sur le sous solage et sur le témoin (sans aménagement) pour faire l'objet d'observation (Figure 17). Les observations ont été répétées trois ans de 2002 à 2004 sur les mêmes stations durant la période de fin septembre (Figure 16 et Photo 2).

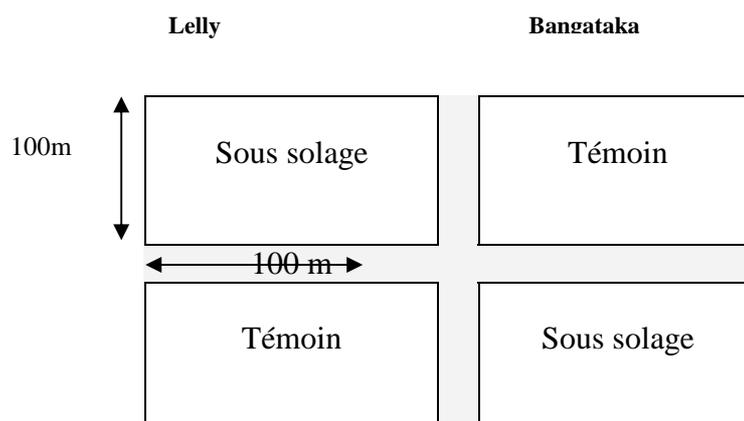
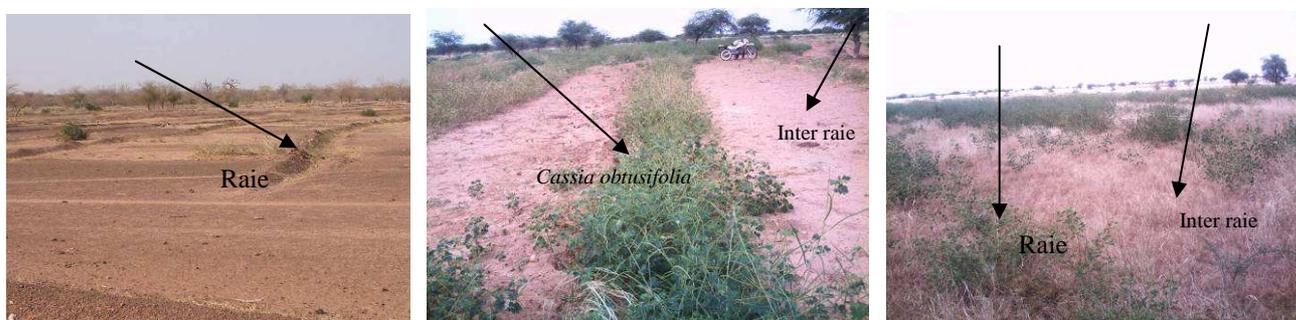


Figure 17: Dispositif expérimental de l'essai de sous solage



a : En Saison sèche

b : En Juillet - Août

c : En Septembre – octobre

Photos 2. Parcelles de sous solage

5.2.2. Méthodes

L'évaluation de la dynamique de la végétation a été faite à travers les mesures de recouvrement, la composition floristique, la valeur pastorale et la production fourragère en ce qui concerne la strate herbacée. Pour la strate ligneuse, l'évaluation a concerné la régénération des espèces présentes. Ces mesures ont été accompagnées de la collecte des données pluviométriques afin de mieux apprécier l'impact de tous les facteurs de variation de la végétation.

5.2.2.1. Pluviométrie

Durant la période d'expérimentation, la pluviosité a été en moyenne de $524,6 \pm 241,5$ mm en $34,7 \pm 15,0$ jours. D'un constat général il ressort qu'elle a connu une progression mais tout en restant dans la moyenne normale de la région (Tableau XXXVII).

Tableau XXXVII: Hauteur d'eau tombée en mm en fonction des années sur le site pluviométrique de référence

Années	2002	2003	2004	Moyenne
Hauteur d'eau	358	801,6	414,3	$524,6 \pm 241,5$
Nombre de jours	34	50	20	$34,7 \pm 15,0$

5.2.2.2. Végétation herbacée

Analyse du couvert végétal et évaluation de la valeur pastorale

L'inventaire du couvert herbacé a été réalisé selon la méthode d'analyse quantitative des points quadrats alignés (Daget et Poissonet, 1971). Pour les stations aménagées en sous solage, 10 lignes de 20 m, soit un échantillon de 1000 points ont été mesurés. Les lignes ont été disposées à raison de 5 lignes sur les sillons et 5 autres lignes en inter sillons. Pour tous les témoins, 5 lignes ont été régulièrement réparties sur chaque station afin d'avoir une couverture représentative des milieux non aménagés. La valeur pastorale a été déterminée selon la méthode de Daget et Poissonet (1971) sur la base des résultats d'inventaire et des Indices de Qualité Spécifique des espèces présentes dans les parcelles d'observation.

Évaluation de la phytomasse herbacée et des coûts de production

L'estimation de la phytomasse a été faite par la méthode de récolte intégrale du couvert herbacé sur des placeaux de 1 m^2 (Levang, 1978). Pour chaque parcelle, 25 placeaux ont été fauchés. Des échantillons d'herbe de 500 g ont été prélevés sur chaque station pour la détermination de la matière sèche à l'étuve. Les résultats obtenus ont d'abord été exprimés en g de matière sèche (MS)/ m^2 , puis rapportés en kg de MS/ha.

Évaluation du fourrage qualifié et de la capacité de charge

La production de phytomasse (P) peut être pondérée par la valeur pastorale (VP) pour obtenir un fourrage qualifié (Q), (Daget et Poissonet (1971), Akpo *et al.*, 2002) qui permet d'obtenir une meilleure appréciation de la production fourragère induite par l'aménagement.

Elle s'écrit : $Q_{(\text{kg MS/ha})} = P_{(\text{kg MS /ha})} \times VP$

Les capacités de charge liées à l'effet de l'aménagement ont été calculées sur la base des quantités de fourrage qualifié disponible (Boudet, 1971).

Évaluation des coûts de production

Les coûts de production du fourrage sur les parcelles ont été évalués en tenant compte des charges d'aménagement et d'exploitation. L'aménagement en sous solage a été évalué à 40 000 FCFA/ha avec une durée d'amortissement de 3 ans (PSB, 2003). Les coûts d'exploitation de fourrage ont été évalués à 10 FCFA/kg de MS et le transport à 1,5 FCFA/kg de MS sur la base des données d'enquête dans les villages. Les marges nettes de production ont été déduites de ces différentes charges, des prix de vente du fourrage (évalué à 60 FCFA / kg en saison sèche (période optimale de vente du fourrage)) (Bougouma *et al.*, 2001) et des productions de phytomasses exploitables estimées à 40% des productions totales évaluées en fin septembre.

5.2.2.3. Végétation ligneuse

La végétation ligneuse a fait l'objet d'un inventaire exhaustif sur les stations par identification et comptage direct des individus d'espèces de la régénération. Pour chaque unité, l'inventaire permet de déterminer les densités des ligneux fourragers en régénération. L'analyse des données a concerné la composition floristique et leur intérêt fourrager.

5.2.2.4. Analyse statistique

L'estimation de la dynamique du couvert herbacé sous l'effet des différents traitements a été comparée deux à deux entre parcelle aménagée et parcelle témoin correspondant sur chaque site suivant le test de χ^2 . Les résultats relatifs à la phytomasse ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester l'effet des différents types d'aménagement sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. Le test de Scheffe (1959) a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

5.3. Résultats

5.3.1. Structure et composition de la végétation

L'effet du sous solage sur la dynamique de la composition floristique s'est traduit par une augmentation du nombre d'espèces des parcelles aménagées (22 à 28 espèces suivant les années) par rapport aux parcelles témoin (10 à 16 espèces entre 2002 à 2004). Cette augmentation a concerné les espèces des différentes familles végétales dont il a été constaté une dynamique. Les graminées ont connu une régression (-12,87 à - 19,96%) tandis que les légumineuses ont enregistré un accroissement de leur contribution spécifique pratiquement dans les mêmes proportions (Tableau XXXVIII). Les autres familles composées de cypéracées, rubiacées et diverses autres enregistrent des variations même si leur contribution à l'ensemble de la strate herbacée demeure faible (- de 3%). De façon spécifique, la dynamique de la composition floristique a surtout intéressé *Schoenefeldia gracilis* (-14,65% à - 39,6%), *Brachiaria distichophylla* (-3,22%) qui ont connu une régression. D'autres espèces comme *Panicum laetum* (+14,92%), *Cassia obtusifolia* (+9,5 à 14,28%) sont en progression au détriment des espèces en régression. Les observations ont montré que la dynamique s'effectue de façon plus importante sur les sillons de sous solages creusés au tracteur. Par ailleurs, les autres indicateurs de la dynamique de la végétation, pourcentage de sol nu, intervalles de confiances montrent un accroissement sur les parcelles aménagées par rapport au témoin. Le test de χ^2 a montré des différences significatives ($P < 0,01$) entre les parcelles aménagées et leur témoin.

Tableau XXXVIII: Contributions spécifiques (en %) des principales espèces des parcelles d'observation

Espèces et familles	Moyenne 2002				Moyenne 2003				Moyenne 2004			
	Sillon	Inter sillon	Total	Tém.	Sillon	Inter sillon	Total	Tém.	Sillon	Inter sillon	Total	Tém.
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	3,916	0	2,82	1,19	1,546	0,18	1,03	2,53	4,98	0,66	3,64	0,14
<i>Borreria radiata</i>	0,066	0	0,06	0	0,41	1,06	0,65	2,12	0,36	0,5	0,42	0,97
<i>Borreria scabra</i>	1,49	3,77	1,84	2,55	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachiaria distichophylla</i>	2,60	0,33	2,22	5,44	0,47	0,41	0,45	2,61	8,97	8,15	9,47	9,03
<i>Cassia obtusifolia</i>	18,12	3,28	14,3	0	17,43	6,05	13,1	3,63	17,5	6,94	13,6	0,28
<i>Cyperus rotundus</i>	1,53	0	1,05	0	0,68	0	0,42	0	2,7	0	1,91	0
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	6,03	8,36	6,48	6,079	0,10	0	0,06	1,35	1,16	2,33	1,58	1,95
<i>Digitaria horizontalis</i>	4,24	3,03	4,31	2,10	0,07	0	0,04	0,34	0,85	0,08	0,6	0
<i>Eragrostis tenella</i>	0,32	15,8	5,22	5,95	5,483	2,23	4,27	0,34	0,04	5,84	1,73	3,57
<i>Eragrostis pilosa</i>	7,37	1,31	5,67	0,22	0	0	0	0	0,34	0	0,24	0
<i>Panicum laetum</i>	26,12	29	26,2	12,77	14,27	20,3	16,6	15	21,9	13,3	19,1	4,15
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	16,94	31,1	20,1	55,39	37,48	54,2	43,8	58,4	25,1	55,6	34,9	74,5
<i>Zornia glochidiata</i>	9,23	2,79	7,97	6,89	16,8	12,7	15,3	9,18	6,95	5,15	6,35	4,87
Autres espèces	0,32	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sol nu	1,60	47,50	24,55	70,80	1,92	12,67	7,29	49,15	3,80	25,30	14,55	45,10
Nombre d'espèces	28	13	29	14	19	16	22	16	23	13	23	10
Graminées	64,22	89,84	70,84	89,15	62,27	79,52	68,79	81,66	67,03	86,66	73,77	93,73
Légumineuses	31,48	6,07	25,22	8,08	36,54	18,96	29,90	15,33	29,57	12,76	23,64	5,29
Cypéracées	1,93	0,00	1,38	0,22	0,68	0,00	0,42	0,00	2,79	0,00	1,91	0,00
Rubiacées	1,53	3,77	1,87	2,55	0,41	1,06	0,65	2,12	0,36	0,50	0,42	0,97
Autres	0,99	0,49	0,80	0,00	0,10	0,46	0,23	0,92	0,26	0,08	0,21	0,00
IC %	2,34	4,56	2,04	7,12	2,50	3,24	4,08	4,64	4,9	5,8	3,9	5

5.3.2. Valeur pastorale

L'évaluation de la valeur pastorale selon les différentes catégories d'espèces est faite au tableau 5.3. Elle montre que l'impact de l'aménagement s'est traduit par une augmentation des valeurs pour les espèces de très bonne (+3,7 à +16,1%), de bonne (+1%) et de médiocre (+3%) qualité. Dans les parcelles témoins, les plus forts indices relèvent des espèces de moyenne qualité (-9,5 à -14%). D'une façon générale l'indice de qualité des catégories très bonne à médiocre qualité représente plus de 80% de la valeur pastorale sur toutes les parcelles observées (Tableau XXXIX).

Tableau XXXIX: Valeur pastorale (en %) des différentes catégories d'espèces fourragères

Catégories	Année 2002				Année 2003				Année 2004			
	Sillon	Inter sillon	Total	Témoin	Sillon	Inter sillon	Total	Témoin	Sillon	Inter sillon	Total	Témoin
Excellent	0,11	0	0,08	0	0,69	0	0,42	0	0	0	0	0
Très bon	39,8	34,6	38,4	23,2	26,2	26,5	26,4	22,7	28,7	17,2	25	8,9
Bon	6,35	10,5	8	6,97	3,59	1,62	2,85	2,22	8,08	8,4	8,6	7,6
Moyen	8,38	14,2	9,53	23,5	17,2	23,1	19,4	25,3	13,1	23	16	30
Médiocre	3,75	0,95	3,01	0,24	3,49	1,29	2,66	0,86	3,58	1,4	2,8	0,1
Nulle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valeur pastorale	58,4	60,2	59	54	51,2	52,5	51,7	51,1	53,5	50	53	47

5.3.3. Phytomasse produite

Les effets d'amélioration du sous solage sur la production de phytomasse mesuré en fin septembre ont été significatifs ($p < 0,05$) (Tableau XL). En moyenne les parcelles aménagées ont produit $1662,3 \pm 229,8$ kg de MS/ha en septembre et seulement $260,7 \pm 61,1$ kg de MS/ha dans la période sur les témoins. Sur les parcelles sous solées, la production est particulièrement plus élevée dans les sillons de 3,9 fois plus que dans les zones inter sillons. Les variations inter annuelles de la pluviosité durant les trois années de suivi n'ont pas été importantes, ce qui n'a pas affecté la variabilité de la production de phytomasse. Les observations montrent qu'en trois ans, les effets du solage sont toujours importants par rapport au témoin.

Tableau XL: Effets du sous solage sur la dynamique de la phytomasse en kg de MS/ha en septembre

Années	Traitements			
	Sillon	Inter sillon	Total	Témoin
2002	3200 ^c	492 ^a	1847 ^b	198 ^a
2003	1912 ^c	898,3 ^a	1405 ^b	320 ^a
2004	2804 ^c	665,1 ^a	1735 ^b	264,2 ^a
Moyenne	2638,7±659,7 ^c	685,1±203,9 ^a	1662,3±229,8 ^b	260,7±61,1 ^a

Les valeurs portant la même lettre (par ligne) ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Du point de vue spécifique, l'évaluation révèle que la production de phytomasse est dominée surtout par *Cassia obtusifolia* qui apparaît significativement ($p < 0,05$) en plus forte production sur les sillons par rapport au témoin et aux espaces inter sillons et dont la contribution à la production totale de la parcelle aménagée s'élève à plus de 70%. Par ailleurs, la production de phytomasse des graminées et des légumineuses connaît également une amélioration significative ($p < 0,05$) sur les parcelles sous solées par rapport à celles non aménagées (Figure 18). Entre le témoin et les espaces inter sillons les productions de phytomasse des graminées et des légumineuses n'ont pas été significatives.

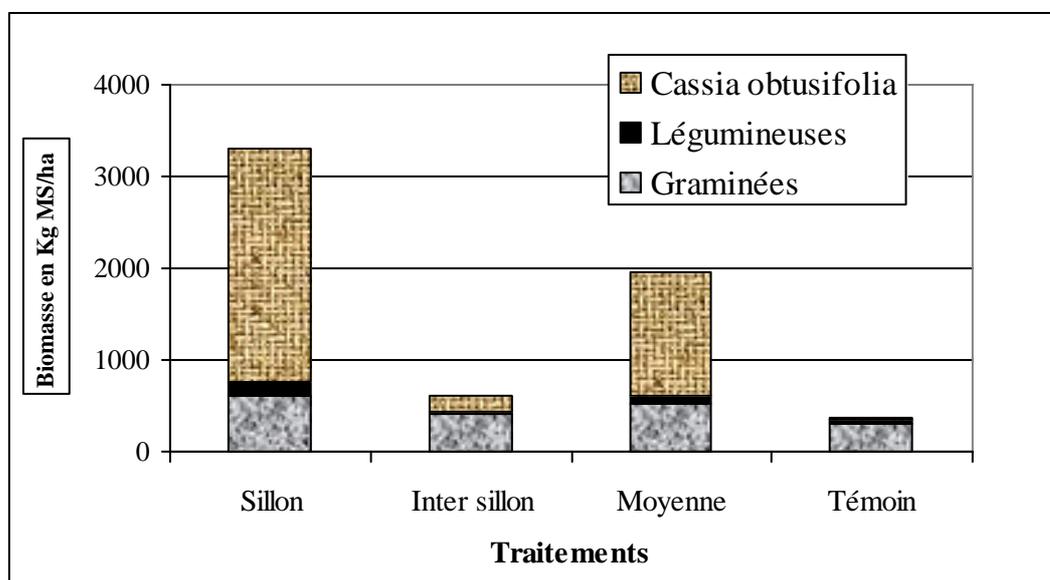


Figure 18: Effets du sous solage sur la production de phytomasse en de MS/ha en septembre

5.3.4. Fourrage qualifié et capacité de charge

Afin de mieux apprécier l'impact de l'aménagement sur la production fourragère, la phytomasse produite a été évaluée en fourrage qualifié en prenant en compte la valeur pastorale et le recouvrement de la végétation sur les parcelles. Cette évaluation montre que le fourrage

qualifié varie de 674 à 822 kg de MS / ha /an sur les parcelles aménagées et de 31,1 à 83,1 kg de MS / ha /an sur les témoins soit une augmentation de 13,1 fois dus à l'effet du sous solage (Tableau XLI). La phytomasse brute des parcelles aménagées représentent seulement 6,3 fois celle du témoin. Cependant, il existe comme l'indique le tableau une certaine variabilité inter annuelle de cette production fourragère qui est dictée par le rythme de la pluviosité.

Tableau XLI: Effet des sous solages sur la dynamique de la production du fourrage qualifié et de la capacité de charge (moyenne de trois ans)

Paramètres	Moyenne 2002				Moyenne 2003				Moyenne 2004			
	Sillon	Inter sillon	Total	Témo in	Sillon	Inter sillon	Total	Témo in	Sillon	Inter sillon	Total	Témo in
Phytomasse Kg / ha	3200	492	1847	198	1912	898,3	1405	320	2804	665,1	1735	264,2
Valeur pastorale	58,4	60,2	59	54	51,2	52,5	51,7	51,1	53,5	50	52,6	46,9
Recouvrement en %	98,4	52,5	75,5	29,2	98,1	87,3	92,7	50,9	96,2	74,7	85,5	54,9
Valeur pastorale nette %	57,4	31,6	44,5	15,8	50,2	45,8	47,9	26	51,4	37,4	44,9	25,8
Fourrage qualifié Kg / ha	1838	155	822	31,1	960	411,7	674	83,1	1442	248,4	779,6	68,0
Capacité de charge nette UBT/ha/an	0,27	0,02	0,12	0,00	0,14	0,06	0,10	0,01	0,21	0,04	0,11	0,01

5.3.5. Évaluation des coûts de production du fourrage

Les résultats d'évaluation montrent que le fourrage produit sur les parcelles aménagées coûte en moyenne 31,9 FCFA/kg de MS et sur les témoins 11,5 FCFA/kg de MS. L'aménagement en sous solage est très bénéfique pour le producteur en terme de marge nette (18 849,3 FCFA /ha) par rapport au témoin non aménagé (5 058,2 FCFA/kg de MS). Cependant, les marges sont variables en fonction de la pluviosité inter annuelle et des niveaux d'exploitation des parcours en fin de saison des pluies (Tableau XLII).

Tableau XLII: Évaluation des coûts de production du fourrage dus à l'aménagement

Sous solage	2002		2003		2004		Moyenne	
	Aménagé	Non aménagé						
1. Coût fixe*	13400	0	13400	0	13400	0	13400	0
Sous-solage	13400	0	13400	0	13400	0	13400	0
2. Coût variable	8496,2	910,8	6463	1472	7981	1215,3	7646,7	1199,4
Main d'œuvre fauche	7388	792	5620	1280	6940	1056,8	6649,3	1042,9
Transport du fourrage	1108,2	118,8	843	192	1041	158,52	997,4	156,4
3. Rendement fourrage kg MS/ha	738,8	79,2	562	128	694	105,68	664,9	104,3
Coût de production du kg	29,64	11,50	35,34	11,50	30,81	11,50	31,9	11,5
Prix du kg de MS du fourrage	60	60	60	60	60	60	60,0	60,0
Marge brute	44328	4752	33720	7680	41640	6340,8	39896,0	6257,6
Marge nette	22432	3841,2	13857	6208	20259	5125,5	18849,3	5058,2

* Le coût de l'aménagement à l'hectare est de 40 000 FCFA et sa durée d'amortissement a été évaluée sur trois ans.

5.3.6. Intérêt fourrager de la végétation ligneuse

L'inventaire de la végétation ligneuse en régénération montre des densités plus importantes sur les parcelles aménagées par rapport aux témoins (Tableau XLIII). Les espèces ayant connu les plus forts taux de régénération sont de bonnes espèces fourragères bien appréciées. Il s'agit surtout de *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. (29,5 à 76 pieds / ha), *Acacia raddiana* (20 à 99 pieds / ha), *Ziziphus mauritiana* Lam. (9,5 à 27 pieds / ha), etc. Au cours des trois années de suivi des deux sites, la densité de la strate en régénération sur les parcelles connaît des fluctuations qui témoignent d'une certaine mortalité des plantes régénérées durant la longue saison sèche.

Tableau XLIII: Effets du sous solage sur la densité de la régénération ligneuse

Espèces	Densité / ha 2002		Densité / ha 2003		Densité / ha 2004		Appétibilité
	Aménagée	Témoin	Aménagée	Témoin	Aménagée	Témoin	
<i>Acacia laeta</i>	0,5	0			1		A
<i>Acacia nilotica</i>	29,5	0	76	2	28	2	A
<i>Acacia raddiana</i>	20	3	54,5	4	99	6,5	A
<i>Acacia senegal</i>	2,5	0	28,5	0,5	17	1	A
<i>Acacia seyal</i>	2	0	18,5	0	14	6	TA
<i>Balanites aegyptiaca</i>	3,5	0	6	5	4	19	TA
<i>Boscia senegalensis</i>			0,5	0			PA
<i>Calotropis procera</i>	0,5	1	0,5	0	1		PA
<i>Combretum micranthum</i>	0	0					A
<i>Grewia tenax</i>	0	0					A
<i>Leptadenia hastata</i>	17,5	0	23	0,5	32	6,5	PA
<i>Maerua crassifolia</i>	0,5	0	1	5	1	4	TA
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0	0	3	1	1		PA
<i>Prosopis juliflora</i>	5,5	0					A
<i>Ziziphus mauritiana</i>	9,5	0	25,5	1	27		TA
Total / régénération	91,5	4	237	19	225	45	
Densité totale ligneuse	101	9	259	49,5	228,5	50,5	

NB : TA= Très appréciée, A = appréciée, PA = Peu appréciée

5.4. Discussion

La technique de sous solage est un puissant moyen de récupération des terres dégradées couramment utilisée en région sahéenne du Burkina Faso (Programme Sahel Burkinabè). Cette étude permet d'effectuer une approche écologique et économique de la technique. En effet, les observations montrent qu'avec cette technique, il est possible d'accroître la diversité végétale des sols pratiquement nus, la valeur du pâturage et surtout la production de fourrage. Les terres incultes récupérées pour l'activité pastorale peuvent être évaluées et le fourrage produit estimée de façon quantitative, qualitative et économique comme l'ont déjà fait remarquer certains auteurs comme Toutain et Piot, 1980 ; Kiema *et al*, 2001.

Du point de vue qualitatif, la valeur pastorale nette a augmenté de 2 à 3 fois par rapport aux pâturages dégradés non aménagés. L'intérêt de la production de fourrage se manifeste également par une augmentation de la production et de la capacité de charge de près de 13 fois par rapport au témoin. Économiquement, ce type d'aménagement est également rentable (+ 13 791,1 FCFA / ha de marge nette après trois ans d'aménagement). Les ligneux connaissent également une certaine régénération en dépit des impacts négatifs de la sécheresse de la longue période sèche de l'année. D'un constat général, la dynamique des différents paramètres observés tend à montrer que les parcelles aménagées sont plus sensibles et se dégradent plus rapidement que les témoins. Les effets du travail du sol diminueraient donc avec l'âge.

Cependant, au-delà des effets positifs évidemment constatés, la question de leur exploitation et de leur gestion durable se pose si on veut rendre viable les travaux d'aménagement. Les pâturages étant communautaires, très souvent les zones pastorales aménagées sont soit occupées après quelques années de récupération à des fins de culture ou se dégradent à nouveau du fait du manque d'entretien et de leur surexploitation (Kiema, 2002 ; Kiema et Sanon, 2001).

De nouvelles approches portant sur la gestion des terroirs par l'élaboration des règles internes de gestion des ressources sont actuellement testées pour permettre une auto prise en charge des populations dans le cadre de la décentralisation des communes rurales. L'aménagement ne peut que profiter de l'existence de ces règles. Si la sécurité des zones à aménager est garantie, leur aménagement peut être envisageable parce qu'économiquement rentables et écologiquement importants. Plusieurs formes d'exploitation peuvent être affectées aux parcelles aménagées : la pâture directe et la fauche. Compte tenu des niveaux de production soutenue induits par les sous solages, des apports d'engrais de fond peuvent être envisagés à notre avis pour augmenter la durabilité et le niveau de production des sites à aménager. Le développement des transactions liées au fourrage peut être envisagé pour accroître les chances de la viabilité de ces aménagements.

Très souvent, les programmes d'aménagement n'abordent pas suffisamment les questions liées à l'acquisition du matériel de récupération des terres et leur gestion si bien que la contribution des populations se limitent uniquement au choix des sites à aménager. Pour permettre une meilleure prise en charge en partie ou en totalité des coûts d'aménagement, une plus grande implication de départ s'impose.

5.5. Conclusion

L'augmentation de la disponibilité du fourrage se caractérise au Sahel par la recherche de nombreuses solutions techniques de vulgarisation portant généralement sur la gestion des stocks fourragers, l'introduction des cultures fourragères, etc. Les techniques d'aménagement constituent un volet important dans la recherche de cette mise à disposition pour le bétail de quantités suffisantes de fourrage. Pour améliorer les chances de succès de ces aménagements, les programmes de vulgarisation doivent développer en amont et en aval la sécurisation foncière par objectifs des zones à aménager, leur gestion après aménagement et les modalités d'acquisition et de gestion du matériel d'aménagement.

Troisième partie : IMPACT DES MODES D'EXPLOITATION SUR LA DYNAMIQUE DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE

Chapitre 6 Caractérisation de la collecte et de la conservation du fourrage dans les exploitations

Résumé

Les caractéristiques de la collecte et de la conservation du fourrage ont été étudiées dans cinq villages du Sahel. L'objectif spécifique visé était d'identifier les principales stratégies utilisées par les paysans pour minimiser les problèmes de disponibilités alimentaires du fourrage en saison sèche. Des enquêtes à passage unique ont été ainsi conduites dans 205 exploitations d'agro pasteurs pour recueillir des informations suivantes : (i) les caractéristiques des exploitations ; (ii) les quantités et la qualité des différents types de fourrage collectés et stockés ; (iii) les stratégies de gestion des stocks fourragers. Les résultats de l'étude révèlent que l'activité de production et de conservation du fourrage est largement pratiquée par les agro pasteurs (plus de 88,24%). La collecte concerne aussi bien les fourrages naturels que les résidus de récoltes. Les quantités totales stockées annuellement par exploitant sont de l'ordre de 2,043 tonnes, soit respectivement 13,59% et 86,39% sous forme de fourrages naturels et de résidus de récoltes. Sur la base des ressources productives (nombre d'animaux) quatre classes (pauvres et riches) ont été distinguées. En saison sèche, ces classes déploient des stratégies différentes en matière de gestion des stocks alimentaires au cours de la saison pluvieuse. Les producteurs les moins nantis en ressources animales (pauvres) ont tendance à être des vendeurs nets de fourrages tandis que ceux des classes riches consacrent leurs productions à la complémentation de leurs animaux et apparaissent comme des acheteurs nets de fourrages. En outre, il ressort que la gestion et l'utilisation des ressources fourragères sont régies par la situation du bilan fourrager sur les parcours. Les périodes froides et chaudes de l'année sont celles durant lesquelles le fourrage stocké est le plus utilisé. Cependant cette importance varie en fonction des catégories de producteurs. Les graminées naturelles sont utilisées en saison sèche chaude (78,6% des stocks) tandis que les fanes sont surtout utilisées en période froide (34,8 à 71,7%). Généralement, les producteurs à niveau de ressources limitées utilisent plus rapidement leurs stocks de fanes et de fourrage ligneux que ceux des classes à niveau de ressources élevées. Les principales contraintes aux activités de fauche et de conservation du fourrage naturel sont surtout d'ordre économique mais aussi de gestion de l'espace. L'étude suggère que des études doivent être entreprises pour contribuer à la mise en place de méthodes simples de suivi d'impact de l'exploitation sur la dynamique de la végétation afin d'assurer la pérennisation des ressources exploitées.

Mots clés : *Fauche – Exploitation – Résidus de récolte – Fourrage naturel – Saison sèche – Agropasteur*

6.1. Introduction

Au cours des dernières décennies, l'élevage du Burkina Faso a été marqué par un accroissement des effectifs du cheptel (bovins, ovins, caprins, camelins, asins, équins, etc.) (MRA, 2004). Cet accroissement est surtout lié à la maîtrise des grandes maladies animales, associée à l'explosion démographique, à l'amélioration des techniques d'élevage, etc. ; ce qui a entraîné, naturellement, une augmentation des besoins de celui – ci en fourrage.

Si pendant quelques années cette hausse continue des besoins alimentaires du bétail n'a pas constitué un problème compte tenu des disponibilités fourragères de l'époque, la situation a progressivement changé. En effet, l'extension rapide des surfaces cultivées (en relation avec la

démographie galopante), les sécheresses répétées, l'érosion et les dégradations multiformes provoquées par les hommes et les animaux, ont fortement réduit les espaces pâturables.

L'action conjuguée de ces différents facteurs s'est traduite par une difficulté croissante d'alimentation des animaux et une importante fluctuation saisonnière des performances de productions animales. Pour pallier cette situation, les éleveurs ont souvent opté pour la transhumance et quelquefois la migration vers des zones écologiques plus favorables (Claude *et al.*, 1991; Kiema, 2002). Malheureusement, ces déplacements sont devenus de plus en plus difficiles car sources de nombreux conflits avec les populations des régions d'accueil.

Face à cette situation, de nombreux éleveurs tentent de trouver sur place les voies et moyens nécessaires pour nourrir leurs animaux. A ce titre, de nombreux efforts ont été déployés pour la production et la conservation du fourrage en saison sèche. L'objectif de ce chapitre est d'identifier les principaux déterminants de cette production de façon à contribuer à minimiser les contraintes de disponibilité alimentaire.

6.2. Méthodologie

6.2.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans cinq villages tous situés en région sahélienne du Burkina Faso : Katchari/Yakouta, Lelly, Aribinda, Tongomayel et Pobé Mengao. Les villages ont été sélectionnés en fonction de leurs critères agro – écologiques pour la région. Ils sont caractérisés par un climat de type sahélien ou sahélo soudanien suivant leur position géographique. Les formations végétales qui caractérisent chaque site sont également fonction de leur position écologique.

6.2.2. Collecte de données

Une phase de pré – enquête a été effectuée pour tester la fiche d'enquête afin de s'assurer que le questionnaire permettait d'obtenir toutes les informations recherchées. Le questionnaire standardisé après correction a été administré chez 205 chefs d'exploitation entre décembre 2003 et février 2004. Le taux d'échantillonnage a varié selon le village, entre 15 et 30 % en fonction de la taille totale des exploitations.

Le questionnaire comporte cinq parties :

- La première partie permet de recueillir des informations sur les exploitations enquêtées (âge, taille du ménage, ethnie, scolarisation, activités principales, effectif du cheptel, etc).

- La deuxième partie recueille les informations sur les espèces fauchées, les quantités stockées et l'évolution de la pratique de l'activité ces dernières années. L'évaluation des quantités stockées a été faite à partir du dénombrement des bottes suivi de la pesée d'une dizaine pour le calcul des quantités totales stockées par espèces. En plus de cette évaluation, dix échantillons par site et par espèce ont été prélevés de façon aléatoire chez différents producteurs pour constituer un échantillon composite par site en vue de l'évaluation de la qualité des fourrages stockés. Les analyses bromatologiques ont consisté à la recherche de la qualité du fourrage des éléments suivants : matière sèche (MS), matière organique (MO), l'azote totale (MAT), la cellulose brute (CB). Les matières azotées digestibles (MAD) ont été calculées selon la formule de Demarquilly in Boudet, (1991) et les unités fourragères selon la table de calcul des U.F. de Dijkstra in Boudet, (1991).
- La troisième partie traite de la gestion des ressources fourragères stockées (affectation des types de fourrage par catégorie d'animaux et en fonction des périodes).
- La quatrième partie aborde les aspects liés aux matériels utilisés (pour la collecte, le transport), les formations reçues en matière de production et gestion du fourrage, les périodes et temps consacrés à l'activité, les techniques de conditionnement et les infrastructures de stockage.
- La partie cinq du questionnaire traite de la réglementation de cette activité au niveau village (champs et pâturage naturel), les avantages et les inconvénients de cette activité, les difficultés rencontrées et les suggestions faites pour une amélioration.

Les informations ont d'abord été codifiées, puis des bases structurées ont été créées avant la saisie des données portées dans les fiches.

6.2.3. Analyse statistique des données

L'analyse a consisté à une répartition des exploitations en quatre classes ou catégories de producteurs en fonction de leur niveau de ressource en bovins : [0 à 10 têtes],]10 à 20 têtes],]20 à 30 têtes] et > à 30 têtes (Tableau XLIV). En effet, cette espèce représente à elle seule près de 80% des UBT des herbivores de cette région (MRA, 2003). Cette répartition part de l'hypothèse que les producteurs produisent et stockent du fourrage en fonction du nombre d'animaux en présence, c'est-à-dire de leurs besoins. Les données d'enquête relatives aux ressources en bovins, aux petits ruminants et à la dotation en main d'œuvre familiale ont ensuite été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester la différence des classes. Le test de Scheffe (1959) a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

Tableau XLIV: Répartition des exploitations enquêtées selon le niveau de dotation en bovins

Localités	Classes de bovins				Total
	[0 à 10 têtes]] 10 à 20 têtes]] 20 à 30 têtes]	> à 30 têtes	
Nombre d'exploitation	144	32	18	11	205

NB : [0 à 10 têtes] = 1,] 10 à 20 têtes] = 2,] 21 à 30 têtes] = 3 et > à 30 têtes = 4

6.3. Résultats et discussion

6.3.1. Caractéristiques générales des exploitations

6.3.1.1. Dotation en ressources

La dotation des ressources des ménages est indiquée au tableau XLV. Il apparaît selon la classification que la taille du ménage, les ressources en petits ruminants diffèrent significativement ($P < 0,05$) selon le niveau de dotation des ménages en bovins. Les grands propriétaires de bovins sont également ceux qui disposent des plus grands effectifs en main d'œuvre et en petits ruminants. Le nombre d'ovins triple alors que celui des caprins quintuple lorsqu'on passe de la classe 1 à la 4.

Tableau XLV: Dotation moyenne des classes d'exploitations en ressources animales et humaines

Variables	Classes			
	1	2	3	4
Taille des exploitations	9,38 ^a	10,46 ^b	12,66 ^b	12,78 ^{ab}
Effectifs bovins	3,19 ^a	15 ^b	24,7 ^c	40,18 ^d
Effectifs petits ruminants	18,97 ^a	39,06 ^b	43,11 ^b	78,27 ^c
Effectifs ovins	9,59 ^a	18,67 ^b	24,06 ^{bc}	29,18 ^c
Effectifs caprins	9,38 ^a	19,06 ^b	20,41 ^b	49,01 ^c

Sur la même ligne les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents ($P < 0,05$)

6.3.1.2. Caractéristiques des producteurs enquêtés

Des producteurs enquêtés, il ressort que les exploitations dont le chef de ménage a un âge supérieur à 40 ans ont été les plus nombreuses dans toutes les classes de 1 à 4 (Tableau XLVI).

Les groupes ethniques ayant constitué l'échantillon d'enquête se composent essentiellement des Rimaïbé (30,24%), des Fulcé (28,3%), des Peulh (19,5%), des Mossi (17,1%), etc. L'importance des groupes ethniques varie en fonction des catégories ou classe de producteur et on se rend compte que les mossis se concentrent dans la catégorie 2, les peulhs dans la 4, et les Rimaïbé dans la 1 et les Fulcé dans les trois premières classes.

La répartition des producteurs en fonction de la taille du ménage montre que la plupart des exploitations enquêtées comptent plus de dix (10) personnes pour les classes 2, 3 et 4 tandis

que la classe 1 regroupe surtout celles dont le nombre de personnes est compris entre 5 et 10. La classe la plus haute (4) regroupe également des exploitations à faible effectif.

Le type d'activité dominante par ménage enquêté a été déterminé par catégorie. Les résultats montrent que les producteurs sont tous des agro pasteurs. L'agriculture demeure pour toutes les trois (3) premières classes l'activité dominante pour 66 à 87 % des producteurs. Dans la classe 4, l'élevage constitue la principale activité de 54,5% de producteurs. De même que dans la classe 2, l'élevage et l'agriculture constituent pour près de 40,6% des producteurs, deux activités à importance co – dominante.

En terme d'activité de collecte et conservation du fourrage, les résultats d'enquêtes révèlent que pour la plupart des producteurs (80 %) le fourrage stocké sert surtout pour l'alimentation des animaux de leur élevage. Seulement 3,9% des producteurs s'adonnent à cette activité pour la vente. Par ailleurs 16,1% des producteurs collectent le fourrage pour effectuer l'alimentation des animaux et pour la vente également. Le nombre de producteurs effectuant la collecte pour la vente se situe surtout dans la classe la plus basse.

Tableau XLVI: Caractéristiques des producteurs enquêtés (en %)

	Caractéristiques	Classes de producteurs				Moyenne échantillon
		1	2	3	4	
Ages en années	<20	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2
	20 à 30	16,7	12,5	5,6	18,2	13,2
	30 à 40	29,9	21,9	0,0	18,2	17,5
	> 40	52,8	65,6	94,4	63,6	69,1
Ethnies	Peulh	16,7	9,4	27,8	72,7	31,6
	Fulcé	29,9	25,0	33,3	9,1	24,3
	Rimaïbé	36,8	9,4	22,2	18,2	21,7
	Mossi	11,1	50,0	16,7	0,0	19,5
	Gourmantché	3,5	3,1	0,0	0,0	1,7
	Autres	2,1	3,1	0,0	0,0	1,3
Structure ménage	< 5 personnes	35,4	15,6	22,2	36,4	27,4
	5 à 10 personnes	41,7	15,6	0,0	18,2	18,9
	> 10 personnes	22,9	68,8	77,8	45,5	53,8
Instruction	Scolarisation	15,6	2,4	2,9	1,0	5,5
	Alphabétisation	23,9	3,4	4,9	2,9	8,8
Activité principale	Élevage	5,6	3,1	22,2	54,5	21,4
	Agriculture	86,8	56,3	66,7	45,5	63,8
	Agriculture/élevage	7,6	40,6	11,1	0,0	14,8
Type producteur	Vendeur	4,2	3,1	5,6	0,0	3,2
	Élevage	76,4	90,6	88,9	81,8	84,4
	Vente/élevage	19,4	6,3	5,6	18,2	12,4

6.3.2. Évaluation quantitative et qualitative des fourrages stockés

6.3.2.1. Évaluation quantitative

L'enquête révèle que la conservation du fourrage ne touche pas tous les producteurs. En effet, 38,24 % de producteurs n'effectuent pas de stocks de fourrage naturel et 11,76 % pour les résidus de récolte. Il existe cependant des variations en fonction des classes de ressources. Les plus fortes proportions de producteurs ne stockant pas de fourrage se trouvent sur les basses classes. Ainsi, peu de producteurs de la classe 1 pratiquent le stockage de fourrage comparé à ceux des autres classes.

L'évaluation des stocks chez les producteurs pratiquant la collecte et la conservation a montré qu'en moyenne les résidus de récoltes constituent l'essentiel des stocks. Les légumineuses sont en quantité moins importante que les graminées tant pour les résidus de récolte que pour le fourrage naturel. Les cultures fourrages et les fourrages ligneux constituent des stocks marginaux. Les quantités de fourrage stockées sont en moyenne de $2042,68 \pm 1314,88$ kg / producteur (Tableau XLVII).

De façons spécifiques, les espèces naturelles contribuent faiblement au stock de fourrage, moins de $37,58 \pm 43,97$ kg en moyenne par producteur par espèces spécifiques. Il en est de même pour les fourrages ligneux dont les stocks sont seulement disponibles chez quelques producteurs. Les plus grands volumes de phytomasse concernent les tiges de mil et de sorgho dont les stocks moyens chez les producteurs varient entre 634,37 à 848,33 kg / producteur par an. Les stocks moyens de fanes de niébé et d'arachide varient entre 73,8 et 186,3 kg en moyenne par producteurs pratiquant la collecte et conservation de ce type de fourrage. Mais il existe une très grande variabilité entre producteurs et entre localité pouvant aller du simple au triple.

Par ailleurs, les quantités stockées sont dans les fourchettes de celles rapportées par Kiema (2002), Pindé (2002) et Vokouma (1998) qui se situent entre 137 à 4200 Kg de matière sèche par producteur et par an entre respectivement la zone nord sahélienne et sud sahélienne. Cet état de fait est particulièrement lié à la variation pluviométrique qui détermine le comportement des producteurs en matière de stockage de fourrage. En 2003, année d'enquête, la pluviométrie était exceptionnelle, plus de 2 fois la moyenne des dix dernières années. Les stocks inventoriés concernaient surtout les fanes de légumineuses cultivées, les tiges de céréales et les feuilles de *Pterocarpus lucens* (Tableau XLVIII). Les raisons évoquées étaient l'abondance de l'herbe sur les parcours en raison de la forte pluviométrie.

Tableau XLVII: Quantité moyenne de fourrage stocké dans les exploitations (en kg de MS)

	Types de fourrage	Classes de producteurs				Total
		1	2	3	4	
Fourrage naturel en kg	Graminées	77,0	70,5	213,1	116,9	119,4
	Légumineuse	107,5	248,5	93,6	106,4	139,0
Ligneux en kg	Fourrage ligneux	12,8	10,1	21,5	20,2	16,2
Résidus récoltes en kg	Graminées	1038,2	1685,6	1731,3	1475,7	1482,7
	Légumineuses	297,1	365,0	299,0	86,2	261,8
	Autres	2,3	0,0	0,0	0,0	0,6
Cultures fourragères	Cultures fourragères	13,8	2,2	25,4	50,8	23,1
Stock total	Fourrage	1517,1	2336,7	2405,8	1911,2	2042,7

Tableau XLVIII: Contribution relative (en %) des types de fourrage au stock fourrager par exploitation

Type de fourrage	Quantité de stock en %
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	6,13
<i>Zornia glochidiata</i>	0,68
Fanes d'arachide	3,61
Fanes de niébé	9,12
Fanes de voandzou	0,08
<i>Pterocarpus lucens</i>	0,76
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,03
<i>Acacia raddiana</i>	0,03
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0,76
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	1,47
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	1,61
Paille naturelle (mélange)	1,61
<i>Andropogon gayanus</i>	0,40
Tiges de sorgho	41,53
Tiges de mil	31,06
Cultures fourragères	1,13
Autres espèces	100,00

6.3.2.2. Évaluation qualitative

L'analyse bromatologique d'échantillons composites des fourrages stockés chez les producteurs a donné les résultats indiqués dans le tableau XLIX. Les tiges de céréales sont de qualités médiocres, les fanes de légumineuses de bonnes qualités et les fourrages ligneux d'excellentes qualités fourragères.

De façon spécifique, le foin d'*Alysicarpus ovalifolius*, de *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., les fanes de niébé et d'arachide sont bien conservées. Les fanes de *Zornia glochidiata* par contre sont généralement fauchées au cours de l'année à une période où elles ont perdu les

feuilles, ce qui fait que la qualité fourrage est faible par rapport aux autres types de légumineuses conservées.

Les stocks de feuilles et gousses de *Pterocarpus lucens* et *Acacia raddiana* sont riches en azote et en énergie. La paille de céréale (sorgho, mil) et des graminées (*Schoenefeldia gracilis*, *Andropogon gayanus* Kunth) ne permettent de couvrir les besoins azotés des animaux. La richesse en énergie est cependant supérieure à 0,5 UF / Kg de MS. Pinde, 2002 avait mesuré les valeurs qualitatives similaires pour les fourrages collectés et commercialisés sur les marchés de Dori.

Tableau XLIX: Composition chimique des principaux types de fourrages stockés chez les producteurs (décembre 2003 à février 2004)

Type de fourrage	Quantité de stock par producteur en kg	% MM	% CB	% MAT	UF / kg MS	Mad (g/kg de MS)	Mad / UF	Catégorie
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	125,1	7,05	28,85	9,14	0,76	49,71	90,53	Bon
<i>Zornia glochidiata</i>	13,8	5,63	38,69	4,35	0,54	5,21	10,76	Pauvre
Fanes d'arachide	73,8	6,14	26,39	8,47	0,83	43,44	52,65	Bon
Fanes de niébé	186,3	4,25	23,12	10,56	0,93	62,90	67,56	Bon
Fanes de voandzou	1,7	4,55	9,44	5,9	1,07	19,6	18,4	Pauvre
<i>Pterocarpus lucens</i>	15,6	6,29	16,57	16,37	1,04	116,88	112,71	Excellent
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,6	6,32	26,22	6,57	0,85	25,84	30,36	Pauvre
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	15,6	6,51	25,37	8,74	0,84	45,99	54,89	Bon
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	30,0	4,33	34,56	6,69	0,63	26,95	43,79	Pauvre
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	32,9	-	-	-	-	-	-	-
Paille naturelle (mélange)	32,9	5,10	39,12	4,86	0,53	9,93	18,58	Médiocre
<i>Andropogon gayanus</i>	8,1	4,56	42,99	5,28	0,45	13,80	30,54	Pauvre
Tiges de sorgho	848,3	6,31	30,65	4,02	0,73	2,15	3,16	Médiocre
Tiges de mil	634,4	5,37	48,21	4,51	0,45	6,70	14,82	Médiocre
Cultures fourragères	23,1	-	-	-	-	-	-	-
Autres espèces	0,6	11,9	31,2	8,91	0,64	47,57	74,57	Bon
Légumineuses	400,8	5,81	26,12	9,39	0,84	52,02	70,25	Bon
Graminées	1602,1	5,40	37,46	5,69	0,58	17,70	29,50	Médiocre
Produits ligneux	16,2	6,31	21,40	11,47	0,94	71,36	71,53	Bon

6.3.2.3. Cultures fourragères

La culture fourragère est faiblement pratiquée par rapport à la fauche et conservation des autres types de fourrages (résidus culturels, fourrage naturel). En effet, 8,5 % seulement sur les 205 producteurs enquêtés la pratiquent. De plus elle est surtout pratiquée par les producteurs des classes 1 et 2. Pindé (2002) a montré qu'au Séno et au Yagha, cette culture n'intéressait qu'environ 4,4 % des agro – pasteurs. Les causes de cette faiblesse de la pratique sont

essentiellement liées au manque d'encadrement (56,1%), le manque de semences (23,4 %) et l'existence de fourrage naturelle (21,2 %).

Les espèces mises en culture par les producteurs concernent essentiellement cinq espèces que sont le niébé (25 %), le sorgho (25 %), l'arachide fourragère (12,5 %) et la dolique pour 37,5 %. Les raisons de cette faiblesse de la pratique des cultures fourragères sont très variables selon les producteurs. D'une façon générale, les problèmes de semences sont les plus importants, plus de 35,7 %. A cela s'ajoute la méconnaissance liée aux techniques des cultures fourragères (35,9 %). Les problèmes liés aux moyens financiers, manque de temps, insuffisance des parcelles de cultures sont également évoqués par quelques producteurs. Par l'expression des difficultés, il apparaît que ratio bétail / terre agricole est plus élevé chez les producteurs de haute classe (Tableau L).

Tableau L: Importance des espèces de culture fourragère par classe de producteurs

	Paramètres en % du nombre d'enquêtés	Classes de producteurs				Total %
		1	2	3	4	
Producteurs enquêtés	La fauche du fourrage naturel	63,2	50,0	72,2	60,0	61,8
	La collecte des résidus de récolte	86,8	87,5	100,0	80,0	88,2
Pratiquants	Culture fourragère	10,0	8,4	1,0	0,0	8,5
Espèces spéculées	Niébé fourrager	40,0	0,0	0,0	0,0	25,0
	Arachide fourrager	0,0	50,0	0,0	0,0	12,5
	Dolique	20,0	50,0	100,0	0,0	37,5
	Sorgho fourrager	40,0	0,0	0,0	0,0	25,0
Difficultés liées à la pratique de la culture fourragère	Manque de semences	46,8	52,4	35,7	44,4	46,4
	Insuffisance de moyens financiers	5,5	0,0	7,1	0,0	4,6
	Insuffisance de parcelles adéquates	3,7	0,0	7,1	0,0	3,3
	Effectifs d'animaux insuffisants	0,0	4,8	0,0	0,0	0,7
	Surcharge de travail / manque de temps	8,3	0,0	0,0	0,0	5,9
	Culture difficile	0,0	4,8	0,0	0,0	0,7
	Ne connaît pas la technique	33,9	33,3	42,9	55,6	35,9
	Manque d'appui technique	1,8	4,8	7,1	0,0	2,6

6.3.3. Sites de collecte du fourrage

La collecte du fourrage se fait dans différents types d'unités de végétation en fonction de leurs potentialités fourragères. Les champs constituent les sites sur lesquels les producteurs effectuent la collecte des résidus de récolte mais aussi de beaucoup d'autres espèces telles *Alysicarpus ovalifolius* (48,5 %), *Schoenefeldia gracilis* (29,1 %), *Zornia glochidiata* (26,4 %). Beaucoup de ces espèces naturelles sont bien conservées dans les espaces inter – champs et se prêtent très bien à la fauche. Les champs faisant l'objet d'exploitation de fourrage naturel sont

pour la plupart sur ensablement et sur bas fond. Les parcours naturels sur bas fonds et glacis fournissent également des réserves fourragères particulièrement pour les gousses d'*Acacia raddiana*, les feuilles de *Pterocarpus lucens*, la paille naturelle, *Panicum laetum*. Les bas fonds sont riches en diverses autres espèces fauchées et stockées (83,4 %) (Tableau LI).

Tableau LI: Sites de collecte des principaux type de fourrage en %

Type de fourrage	Champs	Glacis	Bas fond	Autres unités
Paille naturelle (mélange)	33,3	24,6	38,5	3
<i>Pterocarpus lucens</i>	16,0	61,9	20,1	2
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	27,0	12,2	58,1	3
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	26,4	11,8	61,8	0
<i>Acacia raddiana</i>	0,0	100,0	0,0	0
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	48,5	13,0	36,9	1
<i>Zornia glochidiata</i>	26,4	59,7	13,9	0
<i>Panicum laetum</i>	46,7	36,7	16,7	0
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	29,1	57,3	13,6	0
<i>Piliostigma reticulatum</i>	8,3	70,8	20,8	0
Autres espèces naturelles	0,0	16,7	83,4	0
Résidus de récolte	100,0	0,0	0,0	0

6.3.4. Période de production du fourrage

Les périodes de collecte du fourrage dans l'année varient en fonction des producteurs mais aussi et surtout des types. Si les résidus de récolte ne se stockent généralement qu'en période post – récolte, la collecte du fourrage naturel s'étend à toutes les saisons avec cependant des pics en période des pluies et post récolte (Figure 19).

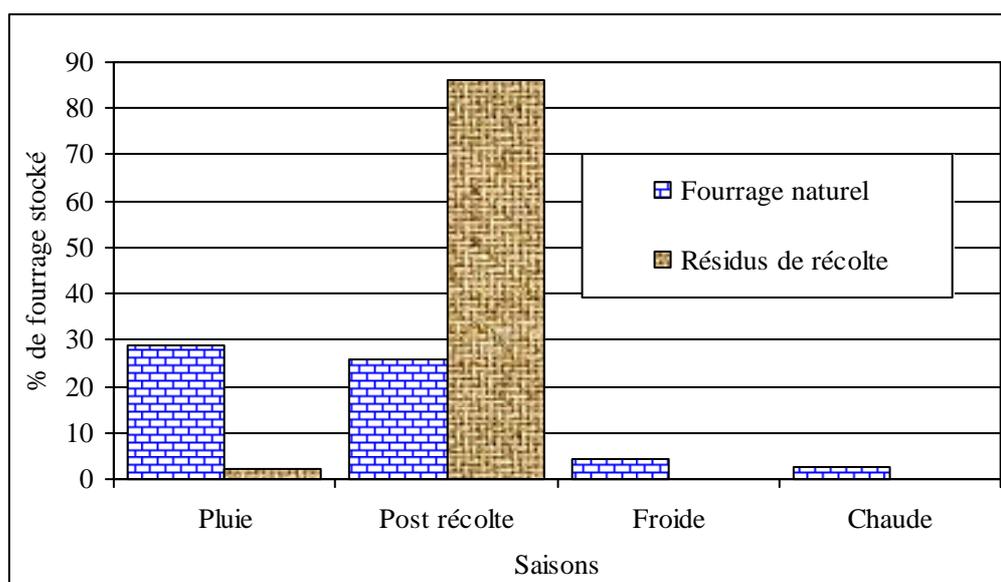


Figure 19: Évolution de la constitution des quantités de fourrage stocké en fonction des saisons

6.3.5. Achat et vente des fourrages

Les résultats ont montré qu'en matière de vente et d'achat de fourrage il y avait des différences entre producteur en fonction de leur classe. En effet, les producteurs de basses classes se sont révélés être des vendeurs nets alors que ceux des autres classes sont des acheteurs nets. En moyenne environ 10% des producteurs dans les villages effectuent des achats de fourrage et 17% pour les ventes

Les coûts d'achat du fourrage sont très variables entre les producteurs et les différentes localités. En moyenne, ils ont été 8681,6 FCFA pour notre échantillon. Les ventes sont également variables entre producteurs et localités. Les revenus moyens occasionnés par le fourrage par an s'élèvent à 24362,6 FCFA. Ces valeurs sont relativement inférieures à celles données par Pinde, 2002 selon lesquelles, les revenus des ventes de fourrage rapporteraient annuellement aux producteurs 57600 FCFA. Par ailleurs, il existe une différence entre catégories de fourrage. En effet, les fourrages naturels contribuent pour 61,34% aux revenus des ventes et les résidus de récolte 38,66%. Selon Thébaud, (1998) ; Vokouma, (1998) ; Kiema, (2002) ; la fauche des plantes fourragères est devenue depuis ces dix dernières années une pratique assez répandue qui intéresse près de 74 à 95% des exploitations. De l'avis de ces exploitants, le fourrage fauché sert à l'alimentation du bétail en saison sèche mais aussi à constituer des stocks fourragers destinés à la vente. Les recettes servent essentiellement à acheter des vivres (35,3% des revenus), des habillements (27,9%), à constituer des troupeaux de base ou d'embouche. D'un constat général, les producteurs de la classe 1 utilisent plus leurs ressources pour l'achat des vivres, l'habillement et la constitution des troupeaux tandis que ceux des classes supérieures vendent surtout pour l'habillement, la santé. (Tableau LII).

Tableau LII: Montant annuel (FCFA/producteur) des échanges et utilisation des recettes de vente de fourrage

	Paramètres	Classes de producteurs				Total
		1	2	3	4	
Vente	fourrage naturel % de producteurs	18,06	6,25	5,56	0	14,22
	résidus récolte % de producteurs	16,0	0,0	5,6	0,0	11,8
Achat	Achat en % de producteurs	7,6	6,3	22,2	18,2	9,3
Vente de fourrage	Moyenne fourrage naturel	12359,6	52000,0	8000,0	0,0	14943,0
	Moyenne résidus récolte	9698,9	0,0	3000,0	0,0	9419,8
	Ecartype fourrage naturel	9426,4	67882,3	0,0	0,0	18706,0
	Ecartype résidus récolte	5405,8	0,0	0,0	0,0	5461,0
Achat de	Moyenne	6790,9	3500,0	16688,0	8250,0	8681,6

fourrage	Ecartype	4869,1	2121,3	9775,0	9546,0	7337,7
Utilisation des revenus de vente du fourrage en %	Vivres	37,1	25,0	0,0	0,0	35,3
	Scolarité	8,1	0,0	0,0	0,0	7,4
	Habillement	25,8	50,0	50,0	0,0	27,9
	Constitution de troupeau	24,2	25,0	0,0	0,0	23,5
	Santé	4,8	0,0	50,0	0,0	5,9
	Autres	3,2	0,0	0,0	0,0	2,9

6.3.6. Gestion des stocks fourragers

Il existe une certaine gestion des ressources fourragères collectées et stockées. En général leur utilisation est régie par la disponibilité du fourrage sur les parcours. Les résultats d'enquête montrent que les saisons froides et chaudes sont celles durant lesquelles le fourrage stocké est le plus utilisé. Cette importance varie en fonction du type de fourrage et de la catégorie de producteur. Il ressort que pour les graminées, 78,6% sont utilisées en saison sèche chaude contre 50,7% pour les fanes et 20,8% pour les stocks de ligneux fourrager. Les fanes de ces derniers sont surtout utilisées en période froide à raison respectivement de plus de 34,8% et 71,7%.

Les producteurs de petites classes, 1, 2 et 3 utilisent plus rapidement leurs stocks de fanes et fourrage ligneux que la classe extrême dont l'utilisation des stocks intervient surtout en période sèche chaude (Tableau LIII). Pindé (2002) ; Vokouma (1998) avaient indiqué que l'essentiel des stocks fourragers étaient utilisés entre janvier et juin, avec des pics de distribution pendant les mois de mars et mai.

Les résultats de l'enquête révèlent que les stocks de fourrage destinés à l'affouragement des animaux sont judicieusement répartis en fonction des catégories d'animaux du troupeau. D'une façon générale, l'entretien des troupeaux occupe une place importante particulièrement avec les pailles et foin de graminée et le fourrage ligneux (près de 80% des stocks réservés). Les opérations d'embouche consomment près de 40% des stocks de fanes contre 10 et 20% respectivement pour les graminées et le fourrage ligneux en stocks. Par rapport à cette opération, les producteurs des petites classes utilisent plus leurs stocks que ceux des classes extrêmes. Les autres niveaux de complémentation spécifiques (animaux malades, femelles allaitantes, gestantes, petits, etc.) occasionnent des affectations dont les niveaux totaux pour les stocks sont faibles (- de 2% des stocks disponibles).

Tableau LIII: Gestion des stocks fourragers en fonction des périodes d'utilisation et des catégories d'animaux

Paramètres		Classes de producteurs				Moyenne échantillon
		1	2	3	4	
Période d'utilisation	Saison des pluies	1,8	3,2	3,6	0,0	2,2
	Saison post récolte	3,0	4,4	3,6	0,0	2,7
Graminées	Saison froide	17,5	13,9	14,4	0,0	11,5
	Saison chaude	77,7	78,6	78,4	100,0	83,7
Période d'utilisation des légumineuses	Saison des pluies	3,9	4,8	8,7	0,0	4,4
	Saison post récolte	6,7	4,8	8,7	0,0	5,1
	Saison froide	38,2	42,3	34,8	0,0	28,8
	Saison chaude	51,2	48,1	47,8	100,0	61,8
Période d'utilisation des ligneux	Saison des pluies	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2
	Saison post récolte	4,6	8,4	0,0	0,0	3,2
	Saison froide	79,6	75,1	60,0	0,0	53,7
	Saison chaude	15,0	16,7	40,0	100,0	42,9
Utilisation des graminées par catégories d'animaux	Entretien des petits	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1
	Entretien des femelles	1,0	2,4	10,5	0,0	3,5
	Entretien des mâles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Entretien des malades	1,5	4,8	0,0	10,0	4,1
	Opération d'embouche	9,4	16,7	10,5		12,2
	Entretien du troupeau entier	87,6	76,2	79,0	90,0	83,2
Utilisation des légumineuses par catégories d'animaux	Entretien des petits	1,5	0,0	2,3	0,0	1,0
	Entretien des femelles	0,5	1,8	11,4	0,0	3,4
	Entretien des mâles	0,0	0,0	4,6	0,0	1,1
	Entretien des malades	1,5	1,8	0,0	0,0	0,8
	Opération d'embouche	35,9	55,4	18,2	0,0	27,4
	Entretien du troupeau entier	60,5	41,1	63,6	100,0	66,3
Utilisation des ligneux par catégories d'animaux	Entretien des petits	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Entretien des femelles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Entretien des mâles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Entretien des malades	0,0	0,0	0,0	50,0	12,5
	Opération d'embouche	18,0	42,9	0,0	0,0	15,2
	Entretien du troupeau entier	82,1	57,1	100,0	50,0	72,3

6.4. Conclusion

De cette étude, il ressort que la collecte et la conservation du fourrage sont des pratiques largement répandues qui intéressent une majorité des agro pasteurs. L'importance de l'activité varie en fonction du niveau de ressources et de la pluviométrie de la campagne. Le nombre d'animaux est un critère déterminant de l'activité de collecte et conservation du fourrage ainsi que de la gestion des stocks constitués. Les stocks de fourrage concernent des espèces très variées dans différentes familles végétales ; les volumes de fourrage les plus importants concernent les résidus culturaux, particulièrement les tiges de céréales qui représentent près de 70%. L'analyse bromatologique de ces fourrages confirme que les stocks des fourrages de

légumineuses et de ligneux sont de meilleures qualités en raison de leur teneur élevée en matière azotée et en énergie. D'un constat général, les stocks constitués servent soit à l'affouragement des animaux, soit à la vente. Leur utilisation s'effectue selon des stratégies qui répondent aux besoins de production des producteurs. Des ventes sont par ailleurs effectuées soit au marché, soit dans les villages et servent aux achats de vivres et à la constitution de troupeaux.

Cependant, l'activité connaît des difficultés qui sont essentiellement liées aux manques de moyens pour l'acquisition d'outils adéquats, au temps de travail, etc. Elle se caractérise également une très grande faiblesse des stratégies d'exploitation et de gestion des espaces pastoraux et des ressources fourragères. Ainsi, les résultats de cette étude suggèrent plusieurs recommandations. Il s'agit essentiellement (i) de faire en sorte que des efforts soient faits pour l'amélioration des cultures fourragères. Cela passe par la mise à disposition des producteurs de semences à des prix subventionnés et la promotion de certaines cultures fourragères comme culture de rente. Cette promotion entraînerait une augmentation du gain des producteurs intéressés et pourrait avoir des effets d'entraînement sur une grande majorité. (ii) Intensifier la création des zones de pâtures et de collecte du fourrage, et assurer une meilleure réglementation de l'activité de fauche et conservation dans les villages. Ces questions doivent être traitées en concertation dans les CVGT lors de l'élaboration des plans et des règles internes de gestion des terroirs ou communes. Cela permettra de minimiser les conflits sur le foncier en matière d'exploitation des ressources fourragères. (iii) Imaginer des codes ou méthodes simples de suivis d'impact de la végétation naturelle sur la dynamique quantitative et qualitative du fourrage. Ces méthodes pourraient être inspirées des résultats d'études expérimentales pour servir de base dans la conduite d'expériences au niveau village. Les deux prochains chapitres décrivent les expériences d'études expérimentales d'impact d'exploitation de la fauche de la pâture sur la dynamique de la végétation. En effet si dans le domaine de la restauration des pâturages, de nombreuses techniques existent comme cela a été décrit dans le chapitre sur le bilan des aménagements, les techniques de gestion ou d'exploitation des pâturages sont par contre très peu expérimentés. Les interventions des structures techniques et paysannes sont donc plutôt orientées vers des travaux d'aménagement avec très peu d'approches d'exploitation durable liées certainement au fait que ces approches de gestion sont difficiles à mettre en œuvre et demandent une meilleure organisation des producteurs.

Chapitre 7

Effets de la fauche et de la pâture sur la dynamique de la végétation d'un pâturage de dépression ouverte ou thalweg

Résumé

Les effets de la fauche et de la pâture sur la dynamique de la végétation ont été mesurés sur un pâturage de dépression ouverte. L'étude a eu pour objet d'étudier les conséquences de l'exploitation sur la durabilité des pâturages naturels. La méthode d'étude a consisté à effectuer des suivis de la dynamique de la végétation sur cinq hectares correspondant à différents traitements appliqués. Dans chaque parcelle, les observations ont été faites sur les strates herbacées sous houppier (sh) et hors houppier (hh). Les traitements appliqués aux parcelles sont la (1) mise en défens + fauche avant dissémination des semences, (2) la mise en défens + fauche après dissémination, (3) la mise en défens + pâture avant dissémination, (4) la mise en défens absolu, (5) la parcelle non mise en défens ou pâturée en toute saison. Les observations ont concerné le recouvrement du sol, les caractéristiques floristiques, la production végétale. Les observations de quatre années d'expérimentation ont mis en évidence l'impact des traitements sur la dynamique de la végétation. L'exploitation entraîne une réduction de la valeur pastorale (de - 17,8%) et la phytomasse (de - 34,8%) des graminées de très bonne valeur et une expansion des espèces à plus faible valeur pastorale telles *Cassia obtusifolia*, *Setaria pallide fusca*, *Microchloa indica*. Les travaux montrent également que la végétation sous houppier est plus sensible à l'exploitation que celle hors houppier. L'étude suggère que la fauche pratiquée précocement ou la pâture doivent être associées à des exploitations tardives ou à des mises en repos temporaires après déjà trois ans d'exploitation continue. Cela conduit à la notion de protection saisonnière ou d'exploitation tournante. L'installation de tel processus requiert plus ou moins de longues négociations entre les communautés bénéficiaires qui sont dans la plupart du temps en compétition pour l'exploitation des mêmes espaces. L'application de tel processus peut être particulièrement intéressant s'il s'inscrit dans le cadre des aménagements pastoraux à l'échelle régionale ou de bassins versants.

Mots clés : Pâture, fauche, phytomasse, houppier, mise en défens, composition floristique

7.1. Introduction

En région sahélienne du Burkina Faso, les pâturages de bas-fonds et de talwegs (dépressions) représentent près de 3 à 4% des superficies des parcours. Ils constituent des zones de pâturage à forte pression à raison de la qualité et des quantités de production importante de fourrage (Kiema, 2002 ; Grouzis, 1988 ; SRAT, 2003 ; Claude *et al.*, 1991). Depuis quelques décennies, la péjoration climatique associée à la pression démographique ont accru l'intensité de leur exploitation en toute saison. En général, ces unités pastorales sont les plus fréquentées dès le début de la saison des pluies, puisque l'herbe y pousse abondamment en raison des meilleures conditions hydriques. En outre, la plupart de ces unités sont à proximité des terres agricoles et le bétail n'y a plus accès dès que les cultures sont en place (Kiema et Sanon, 2001). La fauche y est également de plus en plus pratiquée du fait d'une production fourragère plus importante (Vokouma, 1998; Véga, 2002). En effet, la production de la phytomasse herbacée et ligneuse ainsi que la valeur pastorale sont en moyenne plus élevées que celles des autres unités de végétation (Ouédraogo *et al.*, 2004). La forte pression pastorale entraîne donc une dégradation de ces zones sur les plans quantitatifs et qualitatifs (Kiema, 2002). L'objet de ce chapitre est d'évaluer l'impact de la fauche et de la pâture sur la dynamique de la végétation herbacée afin de parvenir à des propositions de stratégies d'exploitation durable autorisant une production animale soutenue.

7.2. Matériel et méthode

La méthode d'étude a consisté à faire des observations sur la dynamique de la végétation liées à trois traitements et aux variations pluviométriques.

7.2.1. Traitements

7.2.1.1. Dispositif expérimental

Le dispositif comprend cinq parcelles élémentaires d'un hectare dont quatre sont mises en défens (Figure 20). La mise en défens a une durée de quatre ans (entre 1999 et 2002) pour permettre une certaine reconstitution de la végétation. Cinq traitements, (i) fauche avant dissémination des semences, (ii) fauche après dissémination, (iii) protection totale, (iv) pâture avant dissémination, (v) pâture en toute saison sont appliqués à la végétation herbacée pour évaluer la dynamique inter annuelle en 2003, 2004, 2005 et 2006. Dans chaque parcelle, les observations se sont effectuées sur la strate herbacée de la zone sous houppier et de la zone hors houppier au mois d'août. L'exploitation du fourrage est intervenue au même mois pour la fauche et la pâture avant dissémination et en octobre pour la fauche après dissémination. La phytomasse du témoin n'a fait l'objet d'aucune exploitation durant la période d'expérimentation. Pour la pâture avant dissémination, les animaux sont constitués de bovins et d'ovins à raison d'une charge de 9,6 UBT/ha/14 jours. La période d'introduction des animaux dans la parcelle correspond au stade épiaison des principales espèces chaque année après les observations. Sur la parcelle pâturée en toute saison, les animaux tout venant y ont eu accès librement. La charge réelle estimée de la zone à partir des observations de Kiema et Sanon (2001) est égale à deux fois la capacité de charge écologique.

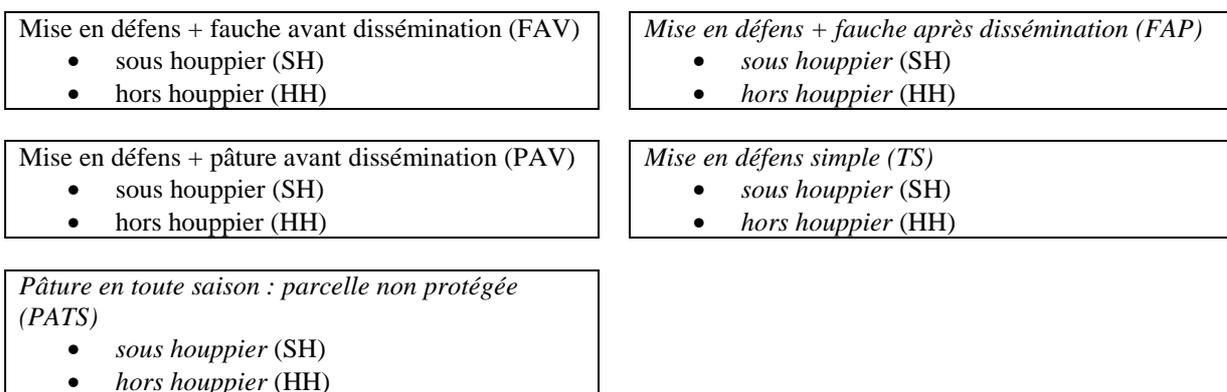


Figure 20: Dispositif expérimental des parcelles de fauche et de pâture

7.2.2. Observations

7.2.2.1. Composition floristique

L'évaluation de la dynamique de la composition floristique a été réalisée chaque année par la méthode des points quadrats alignés de Daget et Poissonet (1971) suivant un réseau de 6 lignes de lecture de 20 m matérialisées par des piquets dans chaque zone (sous houppier et hors houppier). Les lignes sont disposées aux mêmes endroits chaque année. En rappel, la lecture consiste à recenser la présence des espèces à la verticale des points disposés régulièrement à chaque 20 cm le long d'une ligne matérialisée par un ruban métrique au dessus du tapis herbacé. Une tige métallique effilée matérialisant la ligne de visée est placée en chaque point, et les espèces en contact de la tige sont recensées. Par convention chaque espèce n'est recensée qu'une seule fois par ligne de visée. Elle permet de dresser la liste floristique des espèces rencontrées dans les parcelles et de déterminer la fréquence de chacune d'elle. Le nombre d'observation par zone a été limité à 6 lignes étant donnée que l'intervalle de confiance (IC) est largement atteint avec cette limite (Figure 21).

Le nombre d'observation a donc été déterminé par le calcul de l'intervalle de confiance à partir de l'effectif cumulé ligne par ligne des contacts de l'espèce dominante sur l'effectif cumulé des contacts de l'ensemble des espèces :

$$IC = \pm 2 \sqrt{\frac{n(N-n)}{N^3}}$$

«N» est l'effectif cumulé des contacts de l'ensemble des espèces

« n » l'effectif cumulé des contacts de l'espèce dominante.

Zones d'observation de la strate herbacée	Lignes de 20 m et placeaux de 1m ²					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Hors houppier	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X
Sous houppier	X	X	X	X	X	
	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X

Figure 21: Plan schématique des lignes de points quadrats (6L) et placeaux fauchés de m² (6X) sur une parcelle de 1 ha

L'estimation de la dynamique du couvert herbacé a été effectuée à partir des fréquences spécifiques. Cette méthode permet de quantifier les variations du couvert végétal et des contributions spécifiques des espèces. Ces observations ont donc permis d'obtenir les paramètres des contributions spécifiques définis par Daget et Poissonet (1971).

7.2.2.2. Valeur pastorale

La valeur pastorale détermine l'indice global de la qualité du pâturage à partir de sa composition floristique et de la valeur relative des espèces. La valeur relative des espèces encore appelée Indice de Qualité Spécifique (IS) traduit leur intérêt zootechnique. Elle a été établie à partir d'une échelle de cotation de 0 à 5 à l'issue de la synthèse de nombreux travaux (Gaston et Botte, 1971; Toutain et De Wispelaere, 1978 ; Kiema, 1994 ; Kaboré – Zoungrana, 1995). Les espèces se classent en :

- excellentes fourragères, celles dont l'indice spécifique est égal à 5 ;
- très bonnes fourragères, celles dont l'indice spécifique est égal à 4 ;
- bonnes fourragères celles dont l'indice spécifique est égal à 3 ;
- moyennes à médiocres fourragères, celles dont l'indice spécifique sont égales à 2 ;
- médiocres à mauvaises fourragères, celles dont l'indice spécifique sont égales à 1 ;
- espèces à valeurs nulles, celles dont l'indice spécifique est égal à 0 ;

Mais en raison de la subjectivité relative qui peut accompagner les indices, il ne serait pas indiqué de donner une signification absolue à la valeur pastorale prise isolément ; par contre, l'application de ces indices permet d'effectuer des comparaisons très instructives entre les unités de végétation d'une même station écologique ou région (Daget et Poissonet (1971); Akpo et Grouzis, (2000)). La <<Contribution Spécifique>> (CS_i) des espèces qui détermine leur participation à la couverture du sol est celle qui a été directement mesurée sur les pâturages. Pour le calcul de la valeur pastorale (VP), la formule proposée par Daget et Poissonet (1971) a été utilisée :

$$VP = 0,2 \sum CS_i * IS_i ;$$

IS_i = indice spécifique de l'espèce i noté de 0 à 5.

0,2 est le coefficient qui est multiplié à l'indice afin de pouvoir l'exprimer en %, ce qui permet de faire une comparaison très instructive entre divers types de pâturages.

7.2.2.3. Phytomasse herbacée

La phytomasse a été évaluée par la méthode de récolte intégrale de Levang (1978) à raison de 3 placeaux de 1 m² le long de chaque ligne de lecture soit 18 placeaux par zone et 36 placeaux par

parcelle (cf. Figure 20 ci – dessus). Ce nombre d'échantillons permet d'avoir pour les zones hors houppiers des taux de précisions qui varient entre 10,7 à 18,7% et pour les zones sous houppiers des taux qui se situent entre 12,1 à 25,4%. Ces valeurs se situent dans la fourchette des précisions de 20 % recommandées par cet auteur pour l'évaluation de la végétation herbacée qui élimine l'effet du hasard. Les points de récolte ont été matérialisés de façon à permettre des répétitions inter annuelles aux mêmes endroits. Le fourrage fauché a été trié en quatre catégories, (i) graminées, (ii) légumineuses, (iii) *Cassia obtusifolia* et (iv) diverses autres espèces et immédiatement pesé sur le terrain. Un échantillon de fourrage de 0,500 kg de chaque type a été ensuite conservé pour la détermination du poids sec constant à l'étuve à 105 C°.

La formule de la précision de l'échantillonnage s'écrit comme ci - dessous :

$$P\% = t * \frac{\sigma}{X\sqrt{N}}$$

P% = Précision en pourcent

t = Coefficient de student (P = 0,05) = 2,10 pour N=18

σ = écart type du poids moyen de la phytomasse par placeau de m²

X = Poids moyen de la phytomasse par placeau de m²

N = Nombre d'échantillons par zone de végétation (18 prélèvements dans cette étude).

7.2.2.4. Strate ligneuse

Un inventaire de la végétation ligneuse a été effectué en 2003 pour évaluer le recouvrement des ligneux et apprécier l'importance de la strate herbacée sous houppier.

Dénombrement

Pour chaque hectare, l'inventaire floristique a été exhaustif à travers l'identification des plantes, des classes (0 à 1m ; 1 à 3m ; 3 à 5m ; 5 à 7m ; >7m) et l'estimation de la régénération. Par convention, toutes les classes inférieures à 1 m ont été considérées comme des régénérations.

Mesure du recouvrement ligneux

Le taux de recouvrement traduit la projection au sol des houppiers des ligneux. Son évaluation a consisté à estimer la surface des houppiers des ligneux présents par la mesure des diamètres moyens d'un échantillon représentatif de chaque strate. Le diamètre moyen étant établi à partir des mesures de deux dimensions extrêmes de la couronne suivant un axe perpendiculaire. La moyenne de ces deux mesures donne le diamètre moyen du houppier. Le taux de recouvrement (R%) est obtenu en faisant le rapport entre la surface des houppiers et la surface de la parcelle considérée. Le rapport est ramené à 100 pour avoir le taux de recouvrement en pourcentage.

$$R(\%) = \frac{Sh}{St} * 100$$

Avec : surface du houppier (Sh) = $(D^2 \times 3,14) / 4$

St = 10 000m² : surface totale

7.2.3. Pluviométrie

La pluviosité de la période de suivi se caractérise par des déficits pluviométriques en 2004 et 2006 (avec respectivement 366,7 mm en 25 jours de pluies et 370,6 en 31 jours) et des excédents en 2003 et 2005 (avec respectivement 719,8 mm et 715,8 mm en 39) (Figure 22) comparativement à la moyenne des dix dernières années qui est de 489±151 mm. L'écart de la pluviosité entre les années excédentaires et déficitaires a été en moyenne de 1,9 fois.

Par ailleurs il ressort que le rythme de pluies a été très différent entre les années. En 2003 et plus particulièrement en 2005, les pluies se sont installées très précocement dès les mois de mai et juin tandis que dans les autres cas, la saison n'a véritablement débutée qu'en juillet août. Cette différence est très importante sur un mois avec en moyenne 3,6 fois plus de pluies, toute chose qui inter réagit sur l'installation et la maturation de la végétation herbacée.

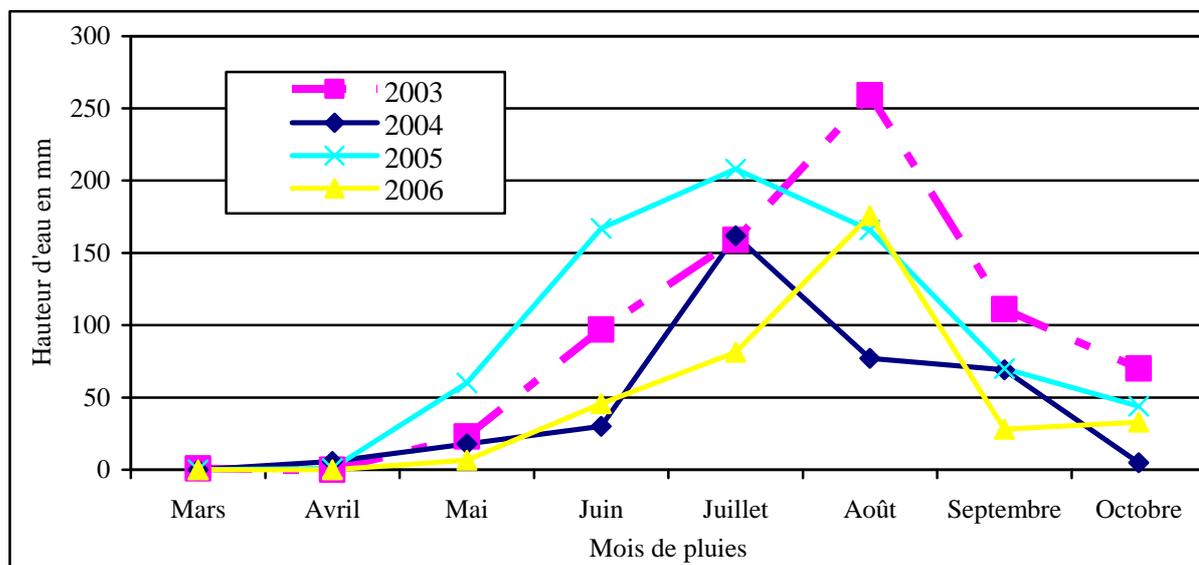


Figure 22: Pluviométrie mensuelle inter annuelle sur la station de Katchari

7.2.4. Analyse statistique

La dynamique inter annuelle de la contribution spécifique des herbacées a été mesurée par le test de χ^2 avec le logiciel Statistical Package for Social Science (SPSS) en comparant deux à deux les compositions floristiques des traitements et les variations inter annuelles pour chaque même parcelle.

7.3. Résultats

7.3.1. Caractéristiques de la strate ligneuse

La strate ligneuse se caractérise par une densité avec un taux élevé d'individus des classes < 1 m et 1 à 3 m. Ces deux classes représentent 77,6% à 85,8% des pieds présents avec une moyenne de 33,1%. Du point de vu spécifique, les espèces du site se composent d'*Acacia seyal*, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, *Combretum acculeatum*, *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca* (Tableau LIV).

Le recouvrement de la strate ligneuse est important avec respectivement 57,36% sur la parcelle fauchée avant dissémination, 35,30% sur la parcelle fauchée après dissémination, 69,2% sur la parcelle pâturée en saison des pluies, 39,5% pour la pâture en toute saison et 51,40% pour la parcelle témoin traduisant l'importance de la végétation herbacée sous houppier sur ce type d'unité de végétation. Pour toutes les parcelles, l'essentiel des recouvrements est fourni par les plantes des strates comprises entre 1 m à 7 m ; ce qui fait qu'il n'y a pas de grandes différences entre traitements pour les ligneux (Figure 23). Les ligneux très présents influencent donc de façon importante la production fourragère des herbacées présentes par l'importance des recouvrements.

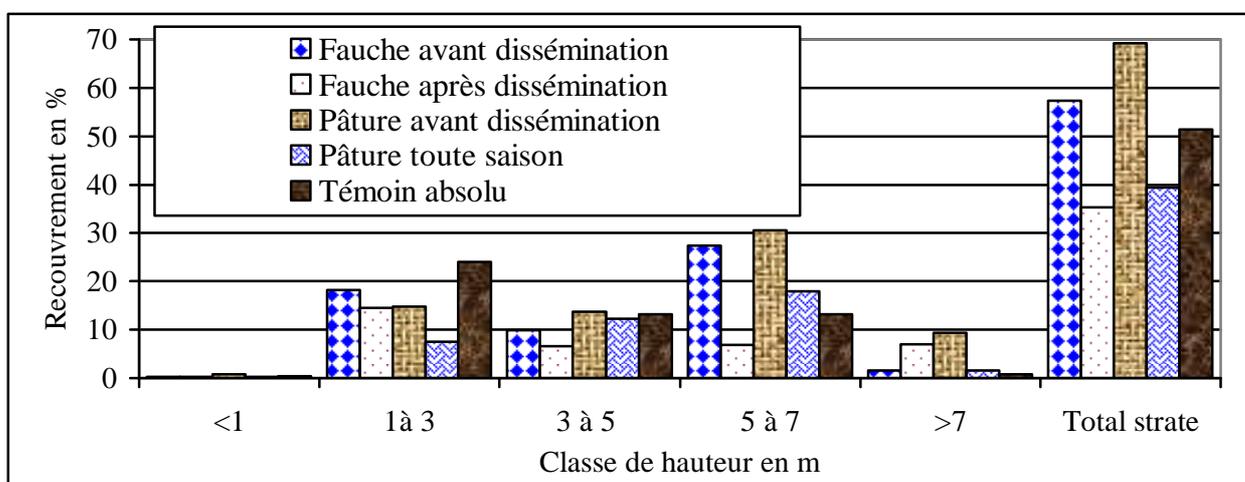


Figure 23: Recouvrement de la strate ligneuse en % par classe de hauteur en 2003

Tableau LIV: Liste des principales espèces ligneuses des parcelles traitées en 2003

Espèces	Fauche avant fructification					Pâtûre avant fructification					Fauche après fructification					Témoïn (sans exploitation)					Pâtûre en toute saison				
	<1	1à3	3 à 5	5 à 7	>7	<1	1à3	3 à 5	5 à 7	>7	<1	1à3	3 à 5	5 à 7	>7	<1	1à3	3 à 5	5 à 7	>7	<1	1à3	3 à 5	5 à 7	>7
<i>Acacia seyal</i>	50	11	28	50	2	223	45	26	50	11	55	34	9	10	9	142	110	21	10	0	15	24	23	29	2
<i>Combretum acculeatum</i>	30	88	0	0	0	27	50	3	0	0	25	57	0	0	0	2	52	5	9	1	35	4	0	0	0
<i>Combretum micranthum</i>	1	15	0	0	0	0	0	1	0	0	2	15	3	0	0		8	0	0	0	2	6	2	0	0
<i>Ziziphus mauritiana</i>	7	27	0	0	0	18	38	8	1	0	2	5	1	0	0	3	29	0	0	0	6	14	1	0	0
<i>Acacia senegal</i>	10	2	1	0	0	8	3	2	0	0	0	5	1	1	0	68	38	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guiera senegalensis</i>	4	1	0	0	0	15	5	0	0	0	30	15	0	0	0	15	34	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maerua crassifolia</i>	9	14	0	0	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1	15	0	0	0	3	3	0	0	0
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2	14	4	2	0	1	3	4	2	0	0	0	4	0	0		9	6	1	0	2	3	3	1	0
<i>Acacia raddiana</i>	4	12	0	0	0	3	4	2	5	1	3	15	4	2	0	8	47	9	5	0	13	22	12	4	0
Total	117	184	33	52	2	297	149	46	58	12	119	147	22	13	9	239	342	44	25	1	76	76	41	34	2

7.3.2. Effets de la fauche et de la pâture sur la composition floristique, le recouvrement et la valeur pastorale

7.3.2.1. Zone sous houppier

Composition floristique

En première année, la liste floristique des sites d'expérimentation a été de 68 espèces herbacées sous houppier. Elles étaient composées de *Graminées* (59 à 73%), de *Légumineuses* (9,7 à 18%) et de diverses autres catégories d'espèces. De façon spécifique, les principales espèces fourragères étaient représentées par *Brachiaria lata* (28 à 45%), *Cassia obtusifolia* L. (8,1 à 12%), *Achyranthes aspera* (6,6 à 11%) ; *Digitaria horizontalis* (1,3 à 9,2%), *Panicum laetum* (0,9 à 8,1%), *Aristida adscensionis* (10 à 16%), *Setaria pallide-fusca* (35 à 49,6%). Le suivi de la dynamique indique à l'issue de ce constat que l'exploitation a eu un impact sur la composition fourragère.

L'effet de la fauche se manifeste par une baisse de la composition floristique de certaines espèces comme *Brachiaria lata*, *Aristida adscensionis* dont les contributions sont réduites de près de 50 à 100%, dans les parcelles exploitées avant dissémination dès la deuxième année. La fauche après dissémination et le témoin absolu ont eu moins d'effets sur ces espèces. Cependant, d'autres espèces telles *Achyranthes aspera*, *Panicum laetum*, *Zornia glochidiata*, ont moins été affectées durant les quatre années d'exploitation. L'impact de la pâture avant dissémination sur la composition floristique s'est traduit essentiellement par une réduction des espèces telles *Aristida adscensionis* (7,1%), *Brachiaria lata* (- 4,4%), *Corchorus tridens* (- 8,8%) et une plus grande présence des espèces peu appréciées comme *Cassia obtusifolia* (+ 5%), *Setaria pallide-fusca* (+ 14,6%), *Achyranthes aspera* (+ 6,6%), *Acanthospermum hispidum* (+ 3%). D'autres tendances sont observées dans la parcelle librement pâturée avec une plus forte présence de *Achyranthes aspera*, *Microchloa indica*, *Cassia obtusifolia*, *Brachiaria distichophylla*, *Panicum laetum*. Le contrôle statistique par le test de Khi deux effectué entre les parcelles montre qu'il n'y pas eu de différences significatives entre la végétation sous houppier des parcelles en première année. Cependant la comparaison de la végétation effectuée d'année en année pour chaque parcelle suivie montre qu'il n'y a pas de différence significative pour les parcelles fauchées après dissémination et témoin alors qu'une signification au seuil de 10% est observée pour la parcelle fauchée avant dissémination (Tableau LV).

Recouvrement

Les effets de la fauche avant dissémination sur le recouvrement commencent surtout à se manifester à partir de la quatrième année. La réduction du recouvrement a été en moyenne de 6% sur la parcelle fauchée avant dissémination, 4% sur la parcelle exploitée après dissémination et 8% pour le témoin (totalement protégée).

Valeur pastorale

La fauche a eu un effet dépressif sur les indices de qualité des différentes catégories d'espèces fourragères. La dynamique de la végétation herbacée se caractérise par une réduction des indices des catégories très bonne en faveur des indices des catégories moins bonne. Lorsque la fauche de la végétation herbacée s'effectue avant ou après dissémination, cette réduction est plus importante (- 10,7 à - 11%) que lorsqu'elle n'est pas exploitée (- 2,7%). Mais les variations inter annuelles sont importantes, surtout dans le cas de la fauche avant dissémination où le taux de réduction atteint -27,3% et -12,2% la valeur initiale de la première année pastorale respectivement en deuxième et troisième année. Dans le cas des parcelles pâturées, le suivi révèle une baisse de cette valeur aussi bien dans la parcelle pâturée avant dissémination (- 8,4%) que celle librement pâturée (- 5,8%) au cours des quatre années de suivi.

Tableau LV: Effets de la fauche et la pâture sur la dynamique de la contribution spécifiques des principales espèces herbacées, les sols nus et la valeur pastorale sous houppier en %

Principales espèces et autres paramètres	Fauche avant dissémination				Fauche après dissémination				Pâture avant dissémination				Pâture en toute saison				Témoïn absolu			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
<i>Acanthospermum hispidum</i>		0,3	0,2	0,0	3,3	0,6	1,5	0,6		3	0	0,0		0	0,3	0	0,4	0	0	2,85
<i>Achyranthes aspera</i>	7,6	16	11	18,5	6,6	18	12	32,0	1,3	0	5,2	7,9	2,5	11	7,5	24,4	11	12	14	24,7
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	0,3	2,1	2,6	0,5	1,2	0,3	2,6	0,3	1,8	2,2	2,1	1,0	0,4	0,3	1,7	0	1,5	0,2	3,2	0
<i>Aristida adscensionis</i>	13	2,4	0,9	0,7	16	10	8,5	1,9	14	0,1	8,4	6,9	4,2	2,1	2,1	0,36	10	3,4	1,3	4,43
<i>Borreria radiata</i>	4,6	2	1,1	8,8	0,5	0,3	1	1,3	2,4	1	3,7	1,3	0,8	1	2,1	1,79	1,1	0,2	2,1	1,58
<i>Brachiaria distichophylla</i>	0,0	0,3	0	0,0	2,2	0,5	0	0,0	0,0	1,4	0	0,5	0,2	0,7	0	0	3,4	0,3	0,1	0
<i>Brachiaria lata</i>	45	0	24	35,4	28	27	21	45,6	13	1,5	7,9	8,7	3,8	1,1	6,2	5,73	29	32	26	29,1
<i>Cassia obtusifolia</i>	8,1	17	13	6,2	11	3,1	11	9,1	6,7	14	12	11,7	34	24	33	20,1	12	1,7	18	14,2
<i>Corchorus tridens</i>	0,1	4,5	8,3	0,0	2,7	1	1,6	0,0	8,8	2,3	2,2	0,0	0,5	0	0,1	0	3,4	0,3	1,3	0
<i>Cyperus rotundus</i>	4,1	9,4	4,1	6,4	1,2	2,2	0,5	0,6	3,2	2,3	1,2	0,0	0,0	0,8	0,1	0	1,2	0,1	0	0
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0,3	0,1	2,5	2,4	3,5	1,6	4,2	1,0	0,3	0	1	0,0	1,3	0,3	2,6	0,36	0,3	0,1	0,4	0
<i>Digitaria horizontalis</i>	1,3	7,4	7,1	9,0	9,2	17	10	4,9	2,7	3,7	13	6,6	1,8	5,3	13	11,1	8,6	27	15	17,4
<i>Eragrostis sp.</i>	1,2	0	0,4	0,0	1,3	2,5	0	0,0	0,6	0	0	0,0	16	9	0,8	2,15	0,1	0	0,1	0
<i>Microchloa indica</i>	0,0	0	0	0,0		0,1	0	0,0	0,0	0	0	0,0	15	31	9,2	18,6		1,9	0,5	0
<i>Panicum laetum</i>	8,1	13	9,3	1,7	2,4	1,9	2,6	0,0	5	4,1	9,7	1,3	0,5	1,1	4,5	8,24	0,4	0,8	0,4	0
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	0,0	0	0,2	0,0	2,2	0,8	3,2	1,3	0,0	0	0	1,0	7,4	7	4,6	0	0,9	1,8	0,4	0
<i>Setaria pallide-fusca</i>	3,6	7,8	1,9	6,9	0,7	3,3	0,6	0,3	35	43	4,1	49,6	0,3	0	3,3	0,36	0,3	4	0	0
<i>Zornia glochidiata</i>	1,1	2	1,1	1,0	4,8	6	4,7	0,0	0	1,3	2,3	0,3	3,9	4,3	3	0,36	0,8	0,8	0,8	0,63
Intervalle de confiance %	2,1	2	2	4,7	1,4	2,2	2	5,7	1,9	3	1,6	5,0	1,8	2,9	2,3	5,1	1,5	2	2	5,1
Nombre espèces	21	32	35	18	30	31	29	16	22	29	31	18	23	22	27	15	36	35	35	14
Graminées	73	35	51	56,5	67	66	57	55,3	71	56	61	75,3	55	58	51	49,5	59	72	46	52,2
Légumineuses	9,7	26	20	8,3	18	9,9	20	9,4	9,8	21	19	13,0	39	28	38	20,4	16	2,9	27	14,9
Cypéracées	4,1	10	4,6	6,4	1,6	2,2	0,5	0,6	3,4	2,3	1,2	0,0	0	1	0,1	0	1,6	0,4	0	0
Rubiacées	4,6	2	1,1	8,8	0,5	0,6	1	1,3	2,4	2,8	3,7	1,3	0,8	1	2,1	1,79	1,1	0,2	2,1	1,58
Autres	8,9	27	24	20,0	14	21	22	33,3	13	19	16	10,4	5,5	12	8,7	28,3	23	24	25	31,3
Sol nu	0	0,2	0	6	0	0	0	4	0	0	0	0,0	0	0	0	11,5	0	0	0	8
Valeur pastorale	58,5	31,2	46,3	47,8	56,8	53,7	47,1	46	40,8	25	40,1	32,4	36,5	33	39,6	30,7	46,6	53,9	43,5	43,9

7.3.2.2. Zone hors houppier

Composition floristique

La liste floristique en première année sur les sites d'expérimentation a été de 70 espèces herbacées. Elles sont constituées surtout de *Graminées* (70 à 74%), de *Légumineuses* (13 à 22%) et de différentes autres catégories d'espèces végétales. De façon spécifique, les principales espèces fourragères sont dominées par *Aristida adscensionis* (12 à 30%), *Brachiaria distichophylla* (5,6 à 14%), *Panicum laetum* (6,8 à 9,2%), *Schoenefeldia gracilis* (18 à 26%), *Zornia glochidiata* (9,5 à 18%), *Dactyloctenium aegyptium* (5,5 à 6,5%), *Cassia obtusifolia* (0,4 à 3,4%), *Digitaria horizontalis* (0,6 à 3,8%), *Setaria pallide fusca* (35 à 49,6%).

Les effets de la fauche se sont manifestés dès la deuxième année de l'étude par la réduction de la contribution spécifique de *Aristida adscensionis* (- 9,1 fois), *Dactyloctenium aegyptium* (- 3 fois), *Brachiaria distichophylla* (- 2,5 fois), *Zornia glochidiata* (- 1,1 fois). Au terme de la quatrième année d'exploitation les écarts ont été encore beaucoup plus importants pour la plupart des espèces particulièrement pour *Cassia obtusifolia* (- 1,8 fois), *Zornia glochidiata* (- 2,3 fois). La capacité de régénération de *Cyperus rotundus* hors houppier a été moins importante que sous houppier du fait des différences de niveau d'humidité plus élevé dans ce dernier milieu (Tableau LVI). Dans la parcelle totalement protégée, les observations de la quatrième année ont montré une expansion de l'espèce *Andropogon pseudapricus* (14,6%) et un début de développement de *Andropogon gayanus* (0,22%).

Les effets de la pâture avant dissémination sur la dynamique de la végétation herbacée hors houppier se manifestent comme pour celle sous houppier par la réduction de *Aristida adscensionis*, *Cyperus*, *Panicum laetum*, *Alysicarpus ovalifolius*, très exploitées en saison des pluies et l'expansion de *Setaria pallide fusca*, *Cassia obtusifolia*. D'un constat général, le test de Khi deux effectué pour les mêmes parcelles d'année en année montre que la végétation herbacée hors houppier présente des différences entre la situation de la période initiale et celles des années suivantes. Les différences sont plus significatives sur les parcelles fauchées avant et après dissémination des semences respectivement au seuil de 5% et 1% comparativement à la parcelle témoin où cette signification n'est observée qu'au delà de 10% ; ce qui atteste d'une dynamique plus accélérée des surfaces exploitées.

Recouvrement

L'impact de la fauche sur la dynamique du recouvrement du sol s'est traduit par une baisse du recouvrement de 3 à 4,5% sur les parcelles précocement exploitées comparativement aux deux autres traitements où il n'y a pas eu de variations au cours de notre temps d'observation. Il ressort également que la réaction de la végétation s'est faite très tôt dès la deuxième année de l'étude.

Valeur pastorale

Dans le cas de la dynamique de la valeur pastorale, la fauche a eu un effet dépressif de près de - 17,8% dès la deuxième année, sur la parcelle fauchée avant dissémination. Tout comme pour l'évolution des sols nus, la dynamique de la valeur pastorale s'est manifestée surtout dans le cas de l'exploitation faite avant dissémination. En ce qui concerne les deux autres traitements, la fauche après dissémination et le témoin absolu, la dynamique de la valeur pastorale a été nulle en deuxième année et plutôt positive de près de + 5% et + 7,3% respectivement les années suivantes. La valeur pastorale globale des parcelles pâturées entre la première et la quatrième année de suivi demeure par contre invariable.

Tableau LVI: Effets de la fauche et la pâture sur la dynamique de la contribution spécifiques des principales espèces herbacées, les sols nus et la valeur pastorale principales hors houppier en %

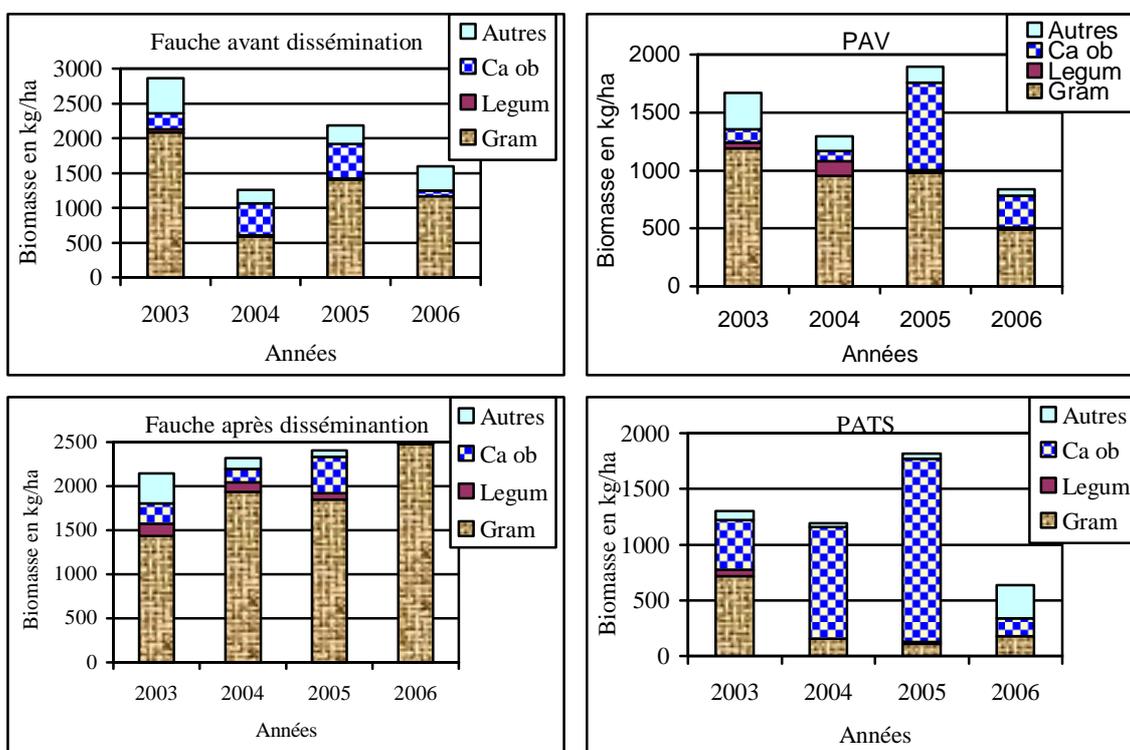
Principales espèces et autres paramètres	Fauche avant dissémination				Fauche après dissémination				Pâture avant dissémination				Pâture en toute saison				Témoïn absolu			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
<i>Achyranthes aspera</i>	0,5	0,1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	0,4	3,6	5,7	2,5	0,4	0,3	1,4	1,7	2,2	2,2	0,8	0	1,5	0,1	1,4	0,9	1	0,7	3,8	4,0
<i>Andropogon gayanus</i>				0				0				0				0				0,2
<i>Andropogon pseudapricus</i>				0				0				0				0				14,6
<i>Aristida adscensionis</i>	30	3,3	4	1,7	15	3,1	6,3	7,2	35	2,5	2,6	4,5	3	1,6	1	2,4	12	1,8	6,3	2,7
<i>Aristida mutabilis</i>				0				0				0,3				0				5,8
<i>Brachiaria distichophylla</i>	13	5,4	6,8	6,9	5,6	11	4,3	11,5		0,6	2,1	0,3	0,9	0,3	2,7	7,9	14	25	14	24,7
<i>Brachiaria lata</i>		0,1	0	0,2	3,4	0	0	0	3,1	0,1	0	1,2	0,7	0,1	0	1,5	0,6	0	0	0
<i>Cassia obtusifolia</i>	3,4	5,9	3,2	1,9	2	0,8	1,8	0,2	1,9	2,9	3,3	4,2	22	11	15	17,7	0,4	0,3	1,3	0,5
<i>Chloris pilosa</i>				0,6				0,2				0,3				11,5				0
<i>Corchorus tridens</i>	0,2	1,9	2,5	0	1,5	0,3	0,6	0	0,8	0,5	0,2	0	0,8	0	0	0	1,7	0,3	0,6	0,2
<i>Cyperus rotundus</i>	3,2	1,9	1,8	9,8	13	0,7	0,4	1,2	19	8,1	11	9,6		0	0	6,6	4,6	1,5	2,2	0,5
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	6,5	2,2	10	7,3	6,5	2	5,9	1,4	0,4	0	1	0,9	1,1	0,7	1	5,5	3,4	0,5	2,1	0
<i>Digitaria horizontalis</i>	3,8	7,5	9,2	13,5	0,6	2,4	3,4	2,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,4	1,4	0,7	1,3	1,4	4,7	3,1	2,02
<i>Eragrostis pilosa</i>	1,7	1,4	1,4	2,7	7,2	0,3	2,1	1,0	1,6	0	0	4,2	12	8	0,6	4,1	3,3	0,7	1,5	0
<i>Fimbristylis hispidula</i>	0,3	2,9	2	1,5	1,4	4,9	4,9	5,8	1,4	7,1	4,2	0		1,4	0,3	0	4,3	2,1	1,3	0,5
<i>Microchloa indica</i>		1,3	0	0		1,8	0	1,2		4,4	0	0	7,2	39	29	3,6		4,7	1,5	0
<i>Panicum laetum</i>	8,1	7,5	8,8	25,4	9,2	9,3	7	16	21	24	21	33,7	0	1,3	1,6	1,3	6,8	6,8	11	0,5
<i>Schoenefeldia gracilis</i>		1,5	8,7	12,9	18	22	22	31		0,7	0,5	6,9	33	20	16	31,2	26	30	13	21,5
<i>Setaria pallide-fusca</i>	4,2	8,1	1,8	0	0,3	0	0	0	8,4	20	18	24,5	0,2	0	0	0	1,1	4,3	3,9	3,8
<i>Sporobolus festivus</i>	1	8,5	10	0	3,4	8,5	6,6	0	0	5,7	18	0	3,4	3,2	7,2	0	0	1,7	0,7	0
<i>Zornia glochidiata</i>	18	16	14	7,9	9,5	23	21	17,8	0,3	2,8	4,8	4,2	12	11	20	1,3	12	7,1	22	15,5
Intervalle de confiance %	1,1	1	1	4,0	8,5	2	2	4,9	2,1	2	1,9	5,2	1,5	3	2,0	4,0	1,4	2	2	4,1
Nombre espèces	27	39	32	21	31	23	31	19	20	27	23	19	21	20	20	17	29	34	38	22
Graminées	70	47	62	71,3	70	61	58	71,9	69	60	65	77	61	76	60	71,1	74	83	61	76
Légumineuses	22	27	28	14,0	13	24	26	19,9	7,3	9,3	11	10,1	36	22	37	19,9	14	8,3	29	20,4
Cypéracées	3,5	5	3,8	11,3	14	5,7	5,5	7,0	20	16	15	9,6	0	1,4	1,5	6,6	8,9	3,6	3,6	0,9
Rubiacées	0	1,1	2,1	1,9	0,2	3,3	6,2	0,7	1,2	1,4	0,9	3,0	1	0,3	0,8	0,4	0	0,7	4,2	1,1
Autres	4,6	20	4,8	1,7	3,2	5,7	4,4	0,5	1,8	14	8	0,3	2	1	0,2	2,1	3,5	4,9	2,7	1,6
Sol nu	0	3	0	4,5	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	1,5	0	2	0	0,3	0	1
Valeur pastorale	61,3	43,5	56,4	64,1	56,6	56,1	54,6	61,6	50	34,7	35,9	49,8	49	40,3	42,7	50,9	58	58	59,4	65,3

7.3.3. Effets de la fauche sur la production de phytomasse herbacée

7.3.3.1. Zone sous huppier

La production fourragère des herbacées a été importante en première année avec 2866,7 kg de MS/ha/an sur les parcelles fauchées avant dissémination, 2141,8 kg de MS/ha/an sur les parcelles fauchées après dissémination, 1094 kg de MS/ha/an sur le témoin absolu, 1675,1 et 1391,8 kg de MS/ha/an respectivement pour les parcelles pâturées en saison des pluies et en toute saison.

Les effets de la fauche avant dissémination se sont caractérisés par une importante réduction de cette production dès la deuxième année de - 2,3 fois, qui par ailleurs se maintient en troisième et quatrième année avec respectivement - 1,3 et - 1,8 fois la production de la première année. Dans les parcelles fauchées après dissémination et totalement protégées, la production varie à la hausse de + 1,2 à + 1,8 fois par rapport à la production initiale en dépit des variations de la pluviométrie. Dans les parcelles pâturées, la composition de la phytomasse est également très variable en fonction des années. Durant la période d'observation les parcelles ont présenté des teneurs variables en graminées (51,8 à 73,4%), *Cassia obtusifolia* (6,7 à 40%) et de divers autres espèces (6,8 à 18,8%) sur la parcelle exploitées avant dissémination ; des graminées (6,0 à 55,1%) et de *Cassia obtusifolia* (25,1 à 90,4%) sur la parcelle de libre accès. En quatrième année la contribution des diverses autres espèces a représentée près de 47,3% de la phytomasse de cette dernière (Figure 24).



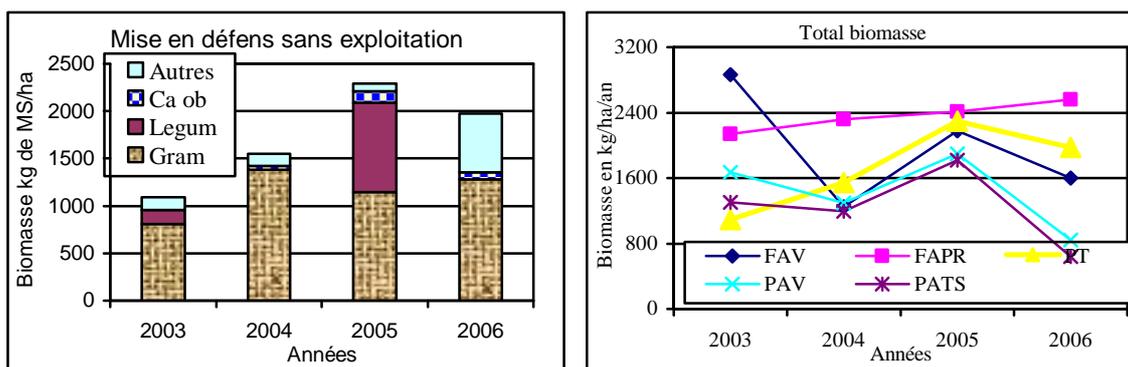


Figure 24: Effets des traitements sur la dynamique de la production fourragère sous houppier (Gram = Graminées, Legum = Légumineuses, Cao b = *Cassia obtusifolia*, Autres = autres herbacées; FAV= Fauche avant dissémination, FAPR= Fauche après dissémination, PT= Protection simple, PAV= Pâture avant dissémination, PATS= Parcelle pâturée en toute saison).

7.3.3.2. Zone hors houppier

La production de la végétation est importante dans les parcelles fauchées avant et après dissémination et le témoin absolu avec respectivement 2533,3 kg de MS/ha/an, 2316,5 kg de MS/ha/an et 1667 kg de MS/ha/an. En ce qui concerne la fauche avant dissémination, la dynamique de la végétation s'est traduite dès la deuxième année par une baisse de la production fourragère qui atteint - 1,5 fois la production initiale évaluée. Pour les autres traitements, la production évolue à la hausse avec cependant des variations inter annuelles liées certainement aux grandes variations pluviométriques. De façon spécifique il ressort une grande réduction des graminées sur la parcelle fauchée avant dissémination au détriment des différentes catégories d'espèces fourragères et une tendance contraire dans les parcelles fauchée après dissémination ou totalement protégée (Figure 25). Les effets de la pâture sur la dynamique de la végétation hors houppier se caractérise par une prédominance des graminées (63,8 à 69,4%) et des diverses autres espèces (11,8 à 23,3%) par rapport à *Cassia obtusifolia* (2 à 7%). Lorsque les parcelles sont librement accessibles par le bétail, la contribution des graminées est moins importante (29,7 à 66,9%) et celle de *Cassia obtusifolia* plus abondante (22 à 60,5%). La phytomasse des diverses autres espèces ne représente que de 0 à 3% de la production totale. Tout comme dans le cas des productions sous houppier la végétation soumise à la pâture est plus marquée par le développement de *Cassia obtusifolia* et demeure plus sensible aux variations pluviométriques.

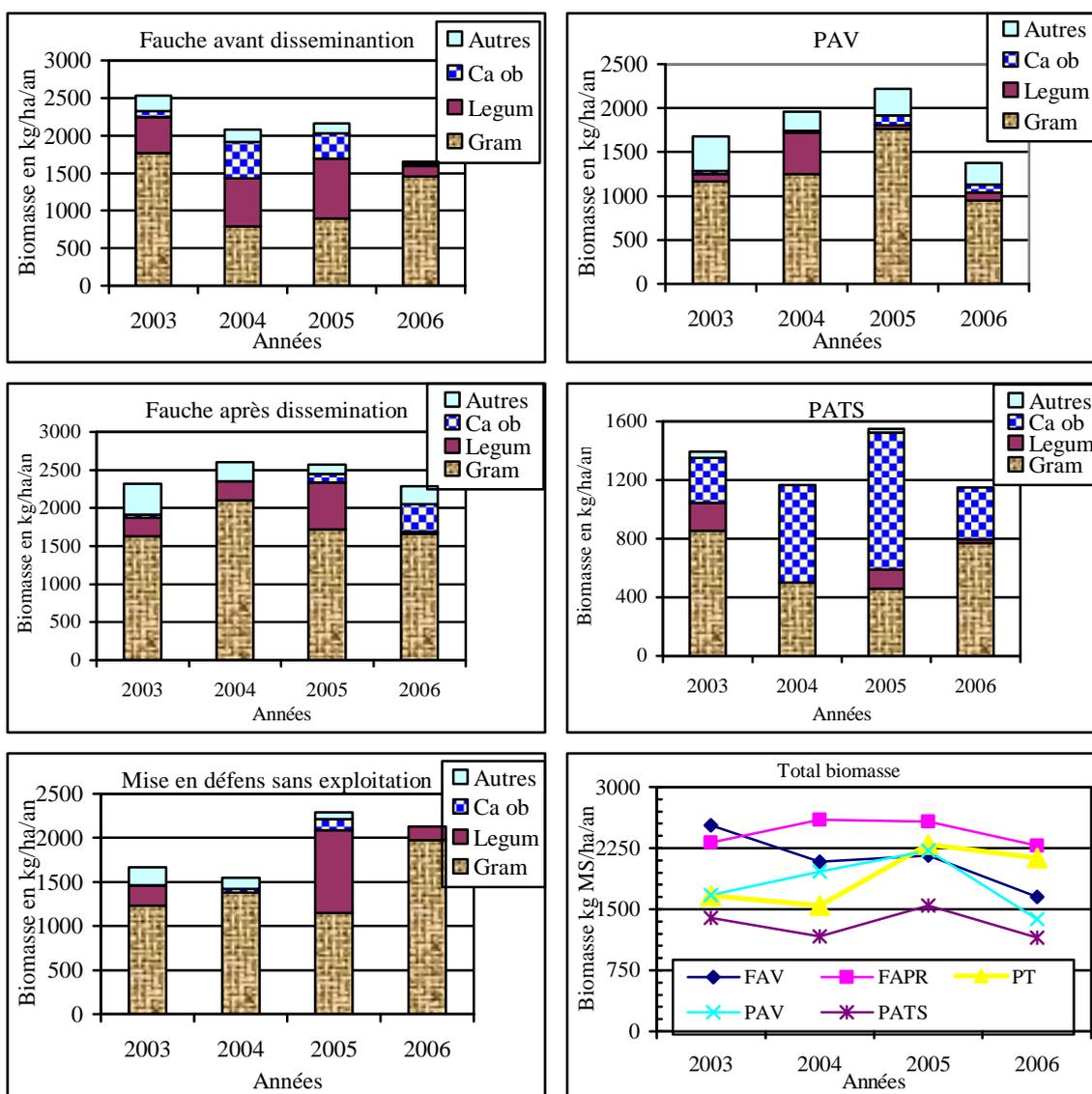


Figure 25: Effets des traitements sur la dynamique de la production fourragère hors houpier (Gram = Graminées, Legum = Légumineuses, Cao b = *Cassia obtusifolia*, Autres = autres herbacées; FAV= Fauche avant dissémination, FAPR= Fauche après dissémination, PT= Protection simple, PAV= Pâture avant dissémination, PATS= Parcelle pâturée en toute saison)

7.4. Discussion

L'impact de l'exploitation du fourrage sur la durabilité des pâturages est déjà signalé par Breman et Ridder, (1991). Cependant les effets spécifiques de la fauche et de la pâture des herbacées des pâturages de thalweg ont peu fait l'objet d'investigation. A l'échelle du temps d'observation de ces travaux (quatre années de suivi), les résultats sur la dynamique de la végétation indiquent que l'impact de la pluviométrie sur la production de phytomasse et la composition floristique est très important en dépit des effets de l'exploitation. En effet la dynamique des paramètres observés dans la parcelle sans exploitation a enregistré des variations inter annuelles. Les relevés pluviométriques ont montré un écart de 1,9 fois entre les années excédentaires et déficitaires. Cela se répercute par une différence d'au moins un mois dans l'installation de la végétation ; et traduit le caractère aléatoire de la production herbacée sahéenne relevé par de nombreux auteurs. Ainsi, les tendances observées confirment les conclusions de ces auteurs dont les principaux sont entre autres Toutain et Piot (1980) ; Grouzis (1988) ; Claude *et al.* (1991); Hiernaux et Gérard (1999) ; Hiernaux et Noël Le Houérou (2006). Au regard de certaines fluctuations inter annuelles de la végétation décrites par nos résultats, il est important de noter qu'il est difficile sur un temps aussi réduit de suivi de bien fixer ou d'analyser définitivement les causes et les relations entre les différentes variations de la production. De plus, il existe une grande complexité entre les facteurs de production particulièrement pour la végétation des dépressions très riches. Des suivis beaucoup plus longs (10 à 15 ans à notre avis) sur des espaces plus vastes en relations avec les populations utilisatrices des résultats d'impact sont à poursuivre. Dans de telles conditions, la détermination d'indicateurs supplémentaires de suivi d'impact sont nécessaires à prendre en compte par /avec les producteurs, les groupes cibles chargés de tels suivis, les méthodes et les paramètres.

Toutefois, dans le cadre de cette étude, les observations permettent tout de même de relever, en ce qui concerne la diversité floristique, que la fauche avant dissémination entraîne une réduction des espèces présentes de - 29,0% en quatre années d'exploitation. L'exploitation après dissémination et la mise en défens absolue conduisent à une augmentation du nombre d'espèces de + 3,5% et + 2,9% respectivement et confirment les observations faites par Toutain et Piot (1980). En effet, les conclusions de cet auteur avaient indiqué qu'en cinq ans de protection il était possible d'accroître le nombre d'espèces d'environ 1,5 fois. Cependant les variations liées au recouvrement du sol a concerné toutes les parcelles, même le témoin. Il a cependant été noté que les parcelles librement pâturées présentent les plus forts taux de sol nu, d'environ 1,4 à 2,9 fois plus élevés que dans le témoin et les autres formes d'exploitation. En outre les sols nus sont plus importants dans les espaces sous houppier avec une moyenne 2,3 fois plus élevés que dans

les espaces hors houppier. La valeur pastorale de la végétation sous houppier est moins importante que celle hors houppier et confirme les observations faites par Akpo et Grouzis (2000) sur les parcours soudaniens du Nord Sénégal. L'exploitation accentue cette différence entre les deux espaces. Par ailleurs, la pâture dégraderait davantage la valeur pastorale par rapport à la fauche tandis que la protection sans exploitation a confirmé une augmentation de cette valeur. De façon spécifique on retiendra également que du fait des variations pluviométriques, nous avons enregistré une remontée de la valeur pastorale en 2006 dans toutes les parcelles de la zone hors houppier lié particulièrement à l'installation de *Panicum laetum*, *Brachiaria lata*. En effet avec la précocité de l'année, ces espèces avaient pu fructifier très tôt l'année précédente (la fauche ayant lieu en fin août), ce qui a favorisé leur germination l'année suivante en 2006. Dans la parcelle témoin, les observations montrent que l'importance de la phytomasse des années antérieures a limité le développement de certaines espèces telle *Panicum laetum* tandis que de nouvelles espèces comme *Andropogon pseudapricus*, *Andropogon gayanus* se sont développées.

Contrairement à la valeur pastorale, le nombre d'espèces a enregistré une baisse en fonction de la baisse de la pluviométrie. Cette dynamique confirme la grande variabilité inter annuelle de la composition et la richesse floristique de la végétation herbacée liée à la disponibilité de l'eau et aux propriétés intrinsèques des semences soulignées par Grouzis (1988), Penning De Vries et Djiteye, (1982).

L'exploitation entraîne une réduction de la phytomasse des graminées de très bonne valeur et une expansion des espèces à faible valeur telle *Cassia obtusifolia*, *Cyperus sp.* De cette expérience, il apparaît que les effets de la fauche avant la dissémination sur la dynamique de la phytomasse se traduisent par une réduction de la production à hauteur de - 34,8 %. Pour la mise en défens sans exploitation, l'évolution se manifeste plutôt par une augmentation de la production de + 27,9% tandis que pour la fauche après fructification la variation est seulement de - 1,4%. De façon spécifique, cette dynamique se caractérise par un fort développement des dicotylédones (exemple de *Cassia obtusifolia*), de diverses autres espèces constituées surtout de *Achyranthes aspera*, *Acanthospermum hispidum*, *Cyperus*, etc. dans les différents espaces. Cela explique que l'exploitation effectuée au stade pailleux de la végétation a des conséquences moins dépressives sur la dynamique de la production de phytomasse. D'autre part la fauche précoce accélère davantage la baisse de la production de phytomasse, en moyenne de - 1,27 fois sur trois à quatre ans par rapport à la production initiale des mêmes espaces exploités et de - 1,63 fois par rapport au témoin en comparaison de la pâture où ces réductions ont été respectivement de - 0,87 fois et - 1,12 fois.

7.5. Conclusion

L'intensification de la vulgarisation de la fauche et la conservation du fourrage au Burkina Faso et l'accroissement de la pression de pâture ont rapidement conduit à la surexploitation des parcours naturels, particulièrement les zones de dépression ou de bas-fond. Cette situation se répercute sur la qualité du pâturage et la sécurité des systèmes d'élevage traditionnel pour lesquels ces milieux constituent les principales sources d'alimentation. Il nous est donc apparu indispensable de développer une meilleure connaissance de l'impact de cette exploitation sur leur dynamique et leur durabilité.

Deux grandes conclusions peuvent être tirées de cette expérience. D'abord elle confirme que la fauche et la pâture pratiquées précocement peuvent contribuer à la perte de la biodiversité conduisant les pâturages vers la situation de celle exploitée en toute saison à une capacité de charge réelle élevée. La perte de la biodiversité inter réagit sur la qualité du pâturage. Cependant une exploitation souple comme la fauche après dissémination des pâturages contribue à leur meilleure préservation.

La deuxième conclusion majeure est que la fauche telle que préconisée entraîne une baisse sensible de la production de phytomasse des meilleures catégories d'espèces fourragères dès la deuxième année d'exploitation continue. Cette dynamique est particulièrement plus importante dans l'espace sous houppier. En outre la fauche accélère la dégradation par rapport à la pâture.

En définitive, la fauche pratiquée précocement ou la pâture pourraient être associées à des exploitations au stade pailleux ou à des mises en repos temporaires après déjà trois ans d'exploitation. Cela conduit à la notion de mise en défens saisonnière ou d'exploitation tournante des pâturages. L'installation de tel processus requiert plus ou moins de longues négociations entre les communautés bénéficiaires qui sont dans la plupart du temps en compétition pour l'exploitation des mêmes espaces. L'application de tel processus peut être particulièrement intéressante s'il s'inscrit dans le cadre des aménagements à l'échelle régionale ou de bassins versants.

Chapitre 8

Effets de la fauche et de la fertilisation sur la productivité d'un pâturage d'ensablement

Résumé

Les effets de la fauche et de la fertilisation ont été évalués sur un pâturage d'ensablement. L'étude avait pour objectif de vérifier les effets de la fauche sur la productivité des pâturages (composition floristique, recouvrement, phytomasse, qualité du fourrage et du sol) afin de contribuer à une gestion durable de la valeur et de l'exploitation de ce type de pâturage. Le dispositif expérimental mis en place est un bloc complètement randomisé à trois répétitions sur des parcelles de 3 m x 5 m. Quatre traitements ont été appliqués : (i) une exploitation simple sans apport d'engrais (TS), (ii) une exploitation améliorée avec du NPK (Azote, phosphore et potassium) + urée à raison de 100 et 75 kg/ha/an respectivement, (iii) une exploitation améliorée avec du Burkina phosphate (BP) (à raison de 400 kg/ha/an) et (iv) une situation sans exploitation servant de témoin absolu (Tabs). L'application des fertilisants s'est faite à la volée chaque année. Le dispositif a été mis en défens dès le début de la saison des pluies de 2002. L'exploitation est intervenue chaque année en fin août – début septembre au stade maximum de végétation. Les résultats de quatre années de suivi révèlent que l'exploitation entraîne la dégradation des pâturages. Du point de vue floristique cette dégradation affecte surtout les espèces telles *Alysicarpus ovalifolius* qui ont tendance à disparaître dès la troisième année d'exploitation continue. *Zornia glochidiata*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis* résistent mieux à cette exploitation. Les risques de dégradation du sol et de production fourragère sont importants dès la troisième année particulièrement lorsque les parcelles ne sont pas fertilisées. L'application des engrais chimiques (NPK + urée et Burkina phosphate) accroît le niveau de production fourragère et réduit la vitesse de dégradation des sols liés à l'exploitation. Cette stimulation de la production fourragère par l'apport des engrais s'avère théoriquement rentable. Cette étude suggère que des suivis doivent encore être prolongés pour vérifier la dynamique d'autres paramètres tels que la biologie du sol, le degré d'infiltration, etc. afin de mieux cerner les délais de cette forme d'exploitation sur la dégradation.

Mots clés : Pâturage, fauche, phytomasse, NPK, Burkina phosphate, composition floristique

8.1. Introduction

En région sahélienne du Burkina Faso, les unités de végétation liées aux ensablements représentent une unité pastorale très importante par son extension (16,9%), sa valeur pastorale (60%) et sa productivité élevée (en moyenne 2 tonnes de MS/ha/an), et vient en deuxième position après les unités de bas – fonds et de dépression (Grouzis, 1988 ; Sanou, 1996 ; Kiema, 2002 ; DRED, 2003). Cette unité est intensément exploitée pour l'agriculture (Claude *et al.*, 1991) mais les zones non cultivées constituent des unités de pâturages couramment exploitées par la pâture et la fauche. Généralement, l'herbe fauchée est constituée de paille de graminées (*Aristida adscensionis*, *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*) et surtout de légumineuses (*Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*) dont une grande partie est vendue dans les centres urbains de la région (Bougouma *et al.*, 2001 ; Vokouma, 1998 ; Thébaut, 1998). La vente de fourrage procure des revenus substantiels aux producteurs à niveau de ressources peu élevées. L'herbe fauchée constitue également une source alimentaire de complémentation importante pour les éleveurs notamment dans le domaine de l'embouche et la production de lait. Eu égard au phénomène grandissant de cette forme d'exploitation et au soutien qu'elle rencontre auprès des services de développement à travers la diffusion des méthodes et techniques, la recherche de méthodes de gestion durable de ces milieux s'impose. L'objectif de cette expérimentation est de vérifier les effets de la fauche sur la productivité des pâturages (composition floristique,

recouvrement, phytomasse, qualité du fourrage et du sol) afin de contribuer à une gestion durable de la valeur et de l'exploitation. Dans l'hypothèse où la fauche aurait lieu chaque année, en fin de saison des pluies au moment de la production optimale de phytomasse avec exportation, la productivité serait très faible au bout d'un certain temps. Certains auteurs (Breman et Ridder, 1991) ont déjà souligné les risques de différentes mesures de gestions (pâtûre notamment) sur la valeur de la matière azotée et l'augmentation de la dégradation de ces unités de pâturages par les eaux de pluie.

8.2. Matériel et méthodes

8.2.1. Site d'étude

L'étude a été réalisée dans la station de Katchari (CRREA/Sahel) sur le site de latitude 14° 02'49,1'' Nord et de longitude 00° 08' 02,4' Ouest. La végétation est du domaine des steppes épineuses. Selon Kiema et Sanon (2001) trois grands types d'unité de végétation caractérisent la zone. Il s'agit des unités sur glacis (52,84%), des ensablements (39,70%), des bas-fonds et dépressions (7,45%). Les ensablements qui font l'objet de cette étude sont constitués essentiellement de terres de culture. La principale espèce cultivée est le *Pennisetum typhoides* dont les rendements en phytomasse dépassent deux (2) tonnes à l'hectare. La strate ligneuse est très claire avec principalement *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida* (Del.), *Acacia raddiana*, *Guiera senegalensis*, *Bauhinia rufescens* Lam., *Hyphaene thebaïca* (L.) Mart., etc. La strate herbacée est constituée essentiellement d'*Eragrostis tremula*, *Aristida adscensionis*, *Cenchrus biflorus*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*, *Andropogon gayanus*, etc. Le taux de recouvrement de la végétation ligneuse est de l'ordre de 5% et de 15% pour la strate herbacée. Il dépasse 90% pour la strate herbacée sur les jachères qui sont par ailleurs réduites à des îlots entre les champs fortement exploitées en fin de saison des pluies par fauche pour la fenaison. Ces formations sont très pâturées en saison sèche où elles offrent des résidus de récolte abondants en période post - récolte. La capacité de charge annuelle est de l'ordre de 4 ha / UBT / an. Ils constituent d'excellents pâturages avec une valeur pastorale de l'ordre de 55 à 60%.

Les propriétés physiques des sols de cette unité se caractérisent essentiellement par une texture sableuse. La composition chimique se caractérise par des taux de matière organique azotées très basses (respectivement 0,36% et 0,01%) et de potassium bas (585 mg/kg de MS) ; le pH eau est faiblement acide (6,28).

L'activité biologique est meilleure en fin de saison pluvieuse (33,07 mg/100g de sol). Le principal problème de cette unité est l'érosion éolienne et l'érosion hydrique en rigole (Sanou, 1996). Cet auteur propose pour leur amélioration des actions de fertilisation et d'aménagements anti – érosifs.

8.2.2. Dispositif expérimental

8.2.2.1. Dispositif des parcelles

L'étude est conduite sur un pâturage de sol sableux à *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Schoenefeldia gracilis* et *Aristida adscensionis* à la station de recherche de Katchari. Le dispositif expérimental proposé est un bloc complètement randomisé à trois répétitions (Figure 26). La taille des parcelles est 3 m x 5 m. Quatre traitements ont été appliqués : (i) une exploitation simple sans apport d'engrais (TS), (ii) une exploitation améliorée avec du NPK (Azote (14), phosphore (23) et potassium (14)) + urée (46%) à raison de 100 et 75 kg/ha/an respectivement, (iii) une exploitation améliorée avec du Burkina phosphate (BP) à dose de 400 kg/ha/an et (iv) le témoin absolu c'est-à-dire celle sans exploitation (Tabs). L'application des fertilisants s'est faite à la volée chaque année. Le dispositif a été mis en défens dès le début de la saison des pluies de 2002. Toutes les parcelles ont été fauchées chaque année en fin août – début septembre au stade maximum de végétation. A l'exception des parcelles témoins (Tabs) les phytomasses produites dans les parcelles de tous les autres traitements ont été fauchée et exportées. Pour les Tabs, les fauches ont été suivies de restitution intégrale.

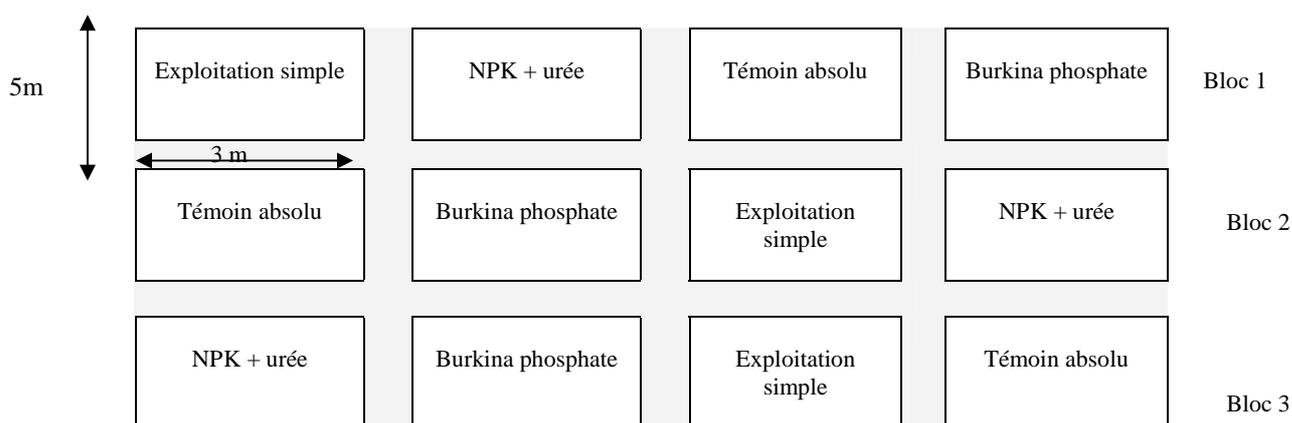


Figure 26: Dispositif expérimental des parcelles de fauche

Sur les parcelles, les paramètres suivis ont concerné la phénologie des espèces, la phytomasse produite, la composition floristique, la valeur bromatologique du fourrage et la composition chimique du sol.

8.2.2.2. Pluviométrie

Les relevés pluviométriques ont été effectués immédiatement après chaque pluie à l'aide d'un pluviomètre à lecture directe. Le dispositif de relevés pluviométriques est situé à environ 300 m du site d'expérimentation.

8.2.3. Relevés de la végétation

8.2.3.1. Phénologie

Sur le site, la phénologie des espèces présentes a été déterminée pour identifier les périodes de montaison, floraison, fructification et de dessèchement des principales espèces. Pour chaque période, trois stades ont été déterminés : début, milieu et fin.

8.2.3.2. Recouvrement et composition floristique

La composition floristique des espèces a été déterminée à partir de la méthode des points-quadrats alignés dans chaque parcelle à raison de trois transects pour chacune d'elle. Le recouvrement est déduit des sols nus issus des mesures de points-quadrats (Daget et Poissonet, 1971)

8.2.3.3. Phytomasse

La phytomasse a été évaluée par coupe intégrale sur les parcelles élémentaires au stade mi – fructification. Les produits de la fauche ont été pesés frais, puis un échantillon de 500 g par parcelle a été conditionné pour la détermination de la matière sèche à poids constant à l'étuve à 65°C. Des échantillons ont ensuite été analysés pour la détermination de la valeur bromatologique des fourrages par catégories (graminées, légumineuses).

8.2.4. Nutriments des sols et du fourrage

Les éléments nutritifs ont été obtenus par les analyses des échantillons de sols et de fourrage. Les échantillons de sol ont été prélevés en avril 2005 dans l'horizon 0-20 cm. Dans chaque parcelle, des échantillons de sol ont été prélevés en deux endroits différents pour constituer un échantillon composite. Les échantillons ont ensuite été séchés à l'ombre puis tamisé à 2 mm. La teneur en carbone a été dosée selon la méthode proposée par Walkley et Black (1934); l'azote organique a été dosé selon la méthode modifiée de Kjeldahl (ISO 11261, 1995; ISO 11277, 1998). Les résultats ont été exprimés respectivement en g C/kg sol sec et g N/kg sol sec. Le phosphore a été dosé par spectrophotométrie d'après Bray et Kurtz (1945), et les résultats exprimés en mg P/kg sol sec.

Les fourrages ont été prélevés dans les mêmes parcelles au cours de l'évaluation de la phytomasse et en veillant à séparer les graminées des légumineuses. Les analyses ont concerné les matières sèches (MS) ; les cendres (MM), les celluloses brutes (CB) et l'azote total (MAT) pour les végétaux.

8.2.5. Estimation des coûts de production

Les coûts de production du fourrage sur les parcelles ont été évalués en tenant compte des prix d'engrais sur les marchés, les coûts d'opportunité de la main d'œuvre, du transport, de fauche et de conditionnement du fourrage au village ainsi que les prix de vente du fourrage en ville (Dori). La charge d'exploitation du fourrage a été évaluée à 10 FCFA/kg de MS, le conditionnement à 5 FCFA/kg et le transport à 1,5 FCFA/kg de MS sur la base des données d'enquête dans le village de Katchari. Les marges nettes de production ont été déduites de ces différentes charges, des prix moyens de vente du fourrage (évalué à 60 FCFA / kg en saison sèche (période optimale de vente du fourrage)) (Bougouma *et al.*, 2001) et des productions de phytomasses totales évaluées en fin août.

8.2.6. Analyses statistiques

Les résultats ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester les effets de la fauche et de l'engrais sur la dynamique de la végétation. Le test de Scheffe (1959) a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

8.3. Résultats

8.3.1. Pluviométrie

Au cours de la période d'expérimentation la pluviométrie a été caractérisée par deux années à pluviosité moyenne en 2002 (avec 404 mm en 23 jours) et en 2004 (366 mm en 26 jours) contre deux autres excédentaires en 2003 (avec 719 mm en 41 jours) et en 2005 (avec 714 mm en 39 jours) soit une moyenne excédentaire par rapport à la moyenne de la région qui est située entre 300 à 400 mm. Pour toutes les années à l'exception de 2003, le mois de juillet a été le plus pluvieux avec 30 à 35% de la pluviosité totale. En moyenne, le cumul des mois de juillet et août ont représenté 52 à 65% de la pluviosité de l'année (Tableau LVII).

Tableau LVII: Pluviométrie mensuelle et inter annuelle (P en mm) et du nombre de jour (J) du site de Katchari (2002 à 2005)

Années/ Mois	Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Moyenne	
	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
2002	0	0	0	0	0	0	58	4	143	5	110	4	57	5	37	5	404	23
2003	0,8	1	0	0	23	4	97	6	159	7	259	11	111	9	70	4	719	41
2004	0	0	5,8	1	18	1	30	3	162	11	77	3	69	6	4,9	1	366	26
2005	0	1	0,8	1	60	4	167	6	208	8	166	9	70	8	44	3	714	39
Moyenne	0,2	0,5	1,7	0,5	25	2,3	88	4,8	168	7,8	153	6,8	77	7	39	3,3	551	32

8.3.2. Phénologie

La phénologie des principales espèces faisant l'objet de fauche a été suivie (Figure 27). Il existe une grande variation dans la maturation des espèces. Les résultats montrent une précocité de plus d'un mois de l'espèce *Zornia glochidiata* par rapport à *Schoenefeldia gracilis* et *Alysicarpus ovalifolius*. Lors des exploitations intervenues en fin août / début septembre, *Aristida adscensionis* et *Zornia glochidiata* se trouvaient en milieu et pleine fructification tandis que les autres espèces, *Alysicarpus ovalifolius*, *Schoenefeldia gracilis* étaient respectivement en milieu floraison, pleine floraison et début fructification.

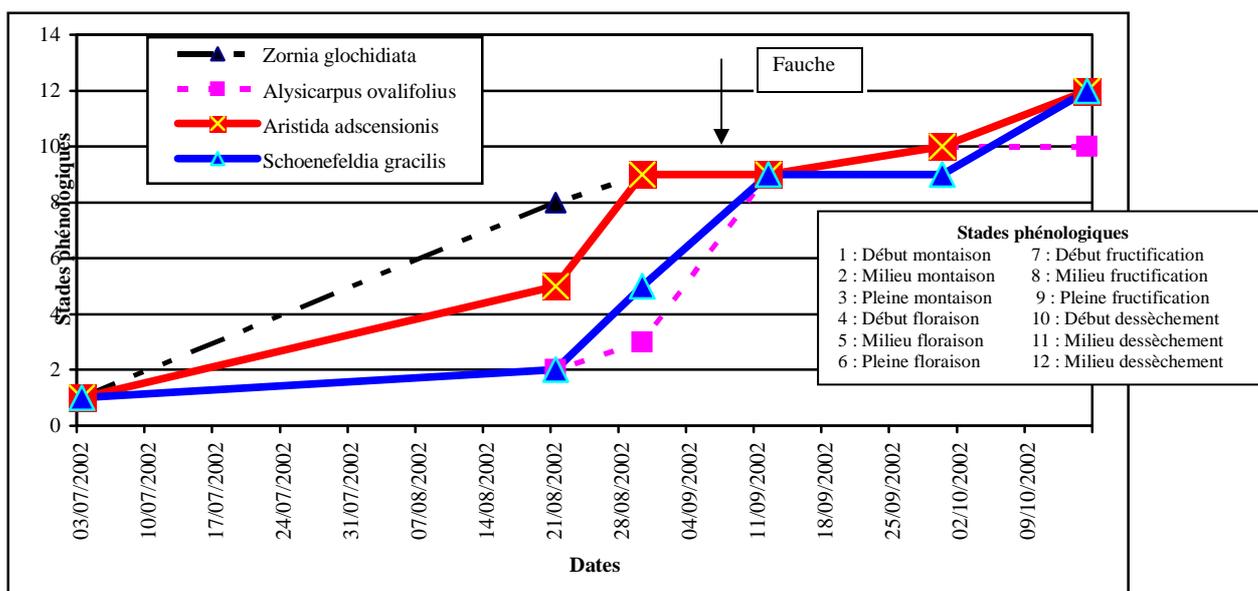


Figure 27: Phénogramme des principales espèces sur le site de Katchari

8.3.3. Caractéristiques floristiques

Les effets des traitements sur la dynamique de la végétation ont été observés annuellement. Après quatre saisons d'exploitation, la composition floristique se caractérise par la présence de 17 espèces dominées par *Zornia glochidiata* (30,5 à 37,0%) *Aristida adscensionis* (16,7 à 27,1%) et *Schoenefeldia gracilis*. (29,1 à 33,2%), soit 80,1 à 94,1% des contributions

totales (Figure 28). Dans la même année, l'analyse de variance n'a pas montré de différence significative ($P > 0,05\%$) entre ces espèces en fonction des différents traitements. Cependant on observe le développement d'autres espèces telles *Brachiaria distichophylla* et *Dactyloctenium aegyptium* sur les parcelles fertilisées au NPK + urée. L'espèce *Alysicarpus ovalifolius* a subi par ailleurs une dépréciation de sa présence dès la troisième année dans toutes les parcelles par rapport au stade initial en 2002. La contribution spécifique de *Zornia glochidiata* connaît une réduction brutale à partir de la deuxième année sur les parcelles traitées au BP et le témoin qui est compensée par une augmentation de *Aristida + Schoenefeldia*. Dans la parcelle traitée au NPK + urée la réduction est différée d'une année. Dans la parcelle fauchée simplement les contributions de *Zornia* et de *Schoenefeldia/Aristida* se maintiennent jusqu'à la troisième année avant de connaître les mêmes tendances évolutives. D'un constat général, les traitements associés à la pluviométrie ont eu des effets sur la dynamique de la composition floristique.

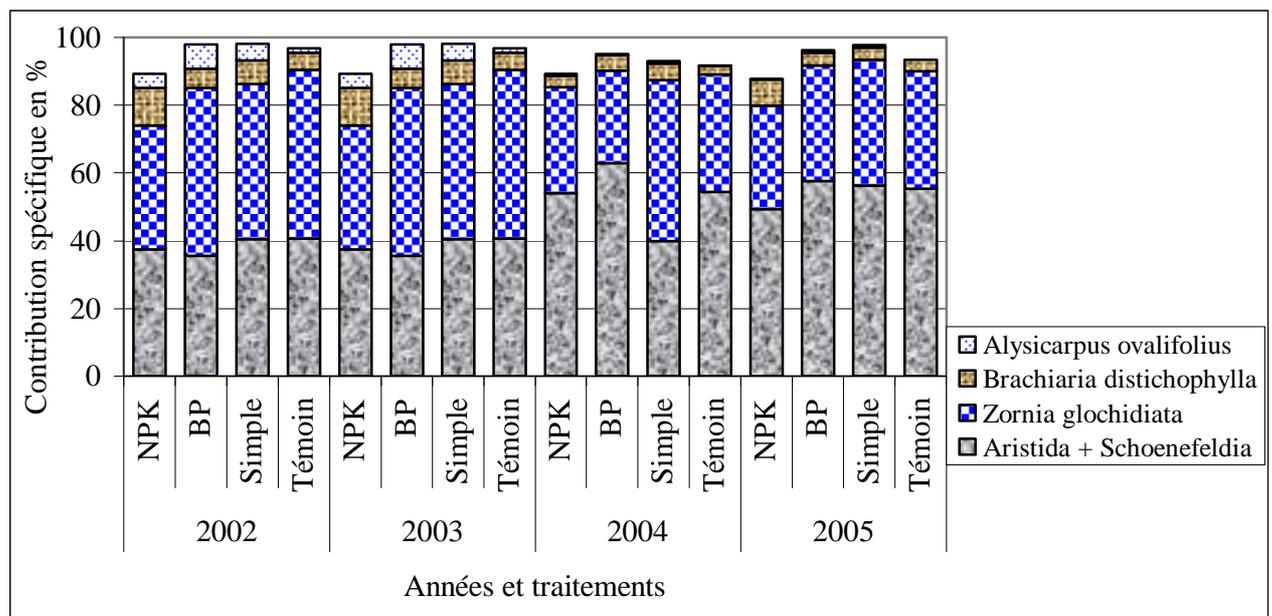


Figure 28: Variation inter annuelle des contributions spécifiques des principales espèces fourragères en fonction des traitements

8.3.4. Recouvrement

Les recouvrements ont connu une dynamique variable entre 2002 et 2006 en fonction des traitements. Les résultats révèlent qu'à partir du stade initial en 2002 ou les recouvrements étaient maximal (0% de sol nu sur toutes les parcelles), la dégradation a été plus importante sur les parcelles faisant l'objet d'exploitation sans apport d'engrais (près de 20% de sol nu) par rapport au témoin absolu (0% de sol nu). Celles traitées au Burkina phosphate (1,3 % de sol nu)

et au NPK + urée (10,2% de sol nu) ont montré les plus faibles niveaux de dégradation en matière de recouvrement liée à l'exploitation de la phytomasse (Figure 29).

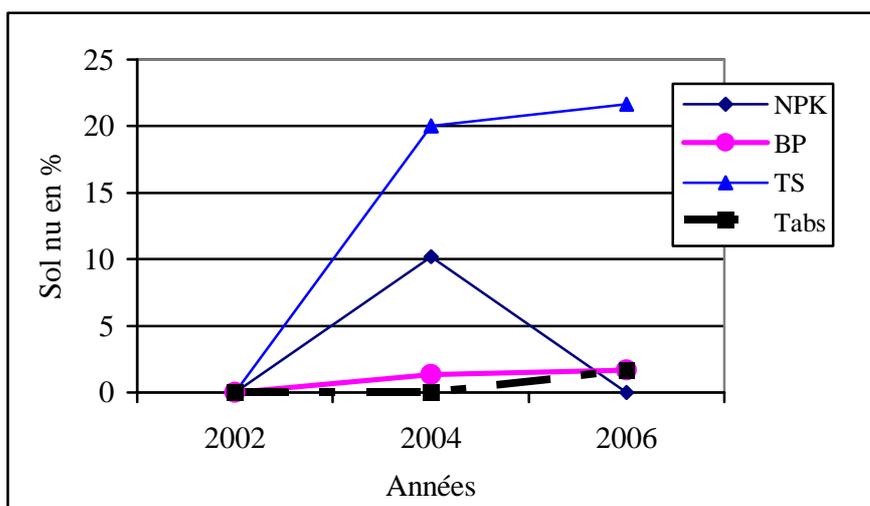


Figure 29: Impact de la fauche et de la fertilisation sur le recouvrement du sol

8.3.5. Phytomasse

Les effets des traitements sur la production sont indiqués sur les figures 30 et 31. L'apport de fertilisants a eu pour effet d'accroître significativement la production fourragère par rapport au témoin au seuil de 5%. L'impact inter annuel de l'exploitation a été moins dépressif sur les parcelles fertilisées que celles exploitées simplement. D'un constat général, les augmentations de la production fourragère par rapport à la parcelle d'exploitation simple est de 4 fois en moyenne pour le NPK, 2,4 fois pour le Burkina phosphate et 1,7 fois pour la parcelle ne subissant aucune exportation. L'effet des traitements augmente avec la durée d'exploitation. Entre la première année et la quatrième, cette augmentation est de 2,7 fois pour l'engrais NPK, 1,8 fois pour le BP et 2,0 fois pour la parcelle simplement exploitée. La parcelle simplement exploitée a connue dans les mêmes conditions, une diminution de la productivité de 0,6 fois entre les quatre années d'exploitation. Cependant, d'un constat général, l'apport d'engrais phosphaté et l'exploitation sans restitution ont plutôt stimulé significativement ($P < 5\%$) la production des légumineuses allant du double au triple par rapport aux traitements aux NPK + urée (12,5 à 17,1% de la phytomasse) et à la situation sans exploitation (22,0 à 24,7% de la phytomasse annuelle produite).

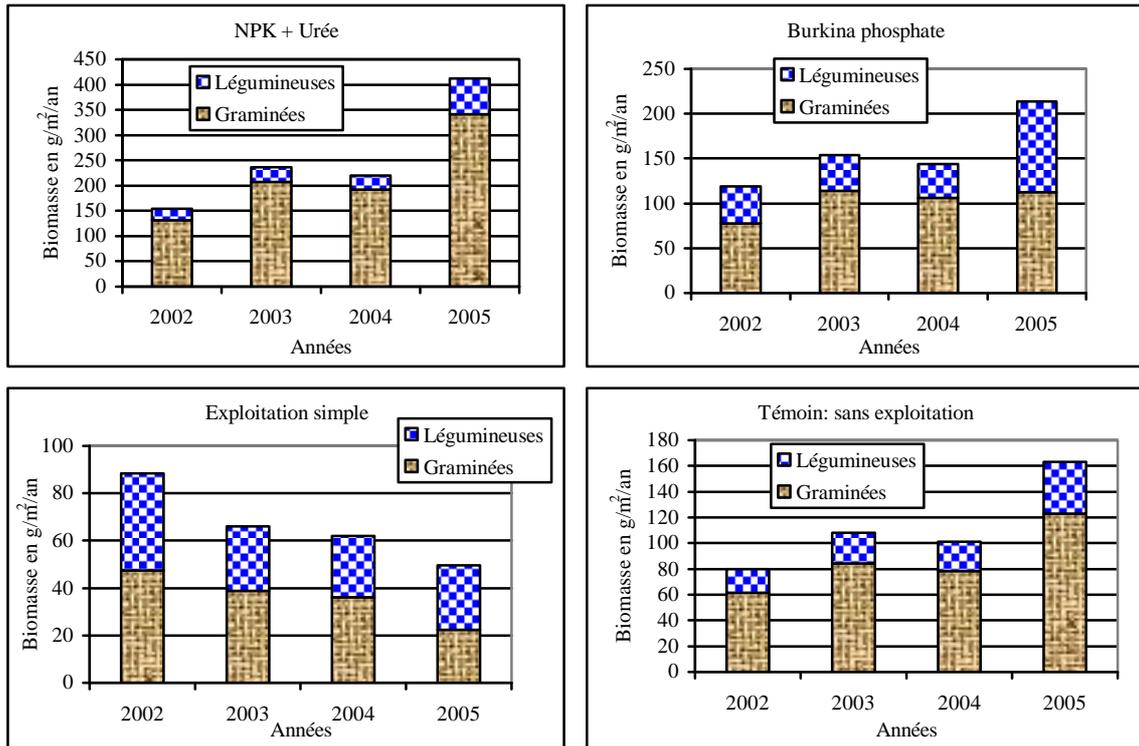


Figure 30: Effet de la fauche et de la fertilisation sur la dynamique inter annuelle de la production fourragère

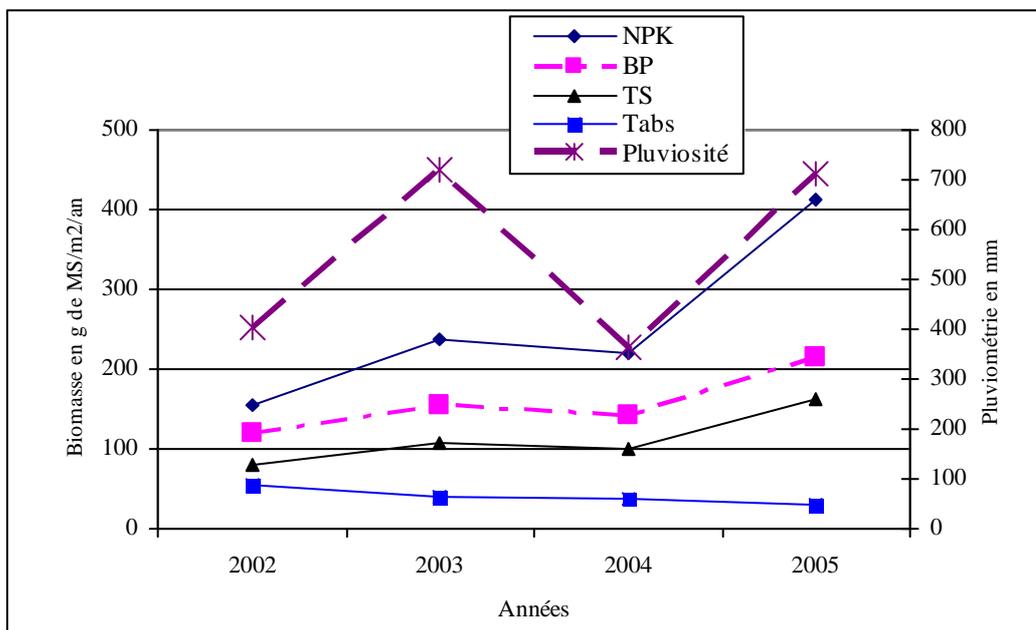


Figure 31: Effets de la fauche et de la fertilisation sur la dynamique inter annuelle de la phytomasse herbacée totale

8.3.6. Nutriments

8.3.6.1. Sols

Les résultats des analyses chimiques révèlent un sol pauvre dans les composants majeurs matière organique, azote, phosphore et potassium. Cependant des différences apparaissent avec les traitements. L'exploitation sans restitution a affecté significativement la teneur en azote, phosphore disponible et potassium au bout des quatre années. Ces éléments se maintiennent dans les parcelles fertilisées en dépit des exportations par rapport au témoin absolu. La dynamique de la teneur en matière organique s'effectue par ailleurs plus lentement car les différences obtenues entre les traitements ne sont significatives (Tableau LVIII).

Tableau LVIII: Composition chimique du sol en avril 2005 en fonction des traitements

Traitements	Carbone g/kg	MO %	N_total N-g/kg	P_total P_mg/kg	P_disponible P_mg/kg	K_total K-mg/kg	Rapport C/N
N P K/urée	1,18±0,23 ^a	0,20±0,04 ^a	0,23±0,05 ^a	83,05±10,93 ^a	8,30±4,83 ^a	237,78±24,83 ^a	5,27±0,20
B P	1,10±0,04 ^a	0,19±0,01 ^a	0,20±0,03 ^b	96,01±29,80 ^b	13,54±6,48 ^b	233,71±23,90 ^a	5,81±0,82
Simple	1,11±0,25 ^a	0,19±0,08 ^a	0,14±0,02 ^b	63,74±11,00 ^c	3,91±1,29 ^c	294,97±44,97 ^b	5,65±0,95
Absolu	1,23±0,10 ^a	0,21±0,02 ^a	0,16±0,01 ^c	63,77±11,25 ^c	1,98±0,27 ^d	347,96±43,90 ^c	5,72±0,90

Simple : parcelle témoin ; BP : Burkina Phosphate ; Absolu : fauche avec restitution au sol ; NPK : NPK + Urée

8.3.6.2. Fourrages

Les résultats présentés relèvent de 12 échantillons de fourrages de graminées (*Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, *Brachiaria distichophylla*) et 12 autres de légumineuses (*Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*) prélevés en fin de saison des pluies de 2005 dans les parcelles de suivi. L'évaluation a concerné les matières sèches (MS %), les cendres (MM %), la cellulose brute (CB %), et les matières azotées totales (MAT %).

La phytomasse graminéenne se caractérise par des compositions chimiques dont les valeurs en CB, MS ne présentent pas de variations significatives entre les traitements (Tableau LIX). Cependant, les teneurs en cendre sont significativement plus élevées sur les parcelles exploitées avec apport de BP et celle sans aucun apport. La composition chimique en matière azotée est significativement plus élevée de deux fois sur les parcelles fertilisées au NPK que sur toutes les autres.

L'analyse bromatologique des légumineuses révèle que les traitements ont eu moins d'effets par rapport aux graminées. Les CB mesurées dans les parcelles fertilisées avec du BP et le témoin absolu sont élevées donc théoriquement moins digestible que celles des deux autres traitements. Dans l'ensemble, ces fourrages sont de meilleures qualités que les graminées à ce stade d'exploitation en dépit des effets des traitements. La composition chimique en azote totale ne diffère pas avec les traitements. Avec l'augmentation significative des fourrages, le

rendement total d'azote a fortement été amélioré. Elle s'élève à près de 38,80 kg/ha/an en fin de période de végétation sur les parcelles fertilisée au NPK + urée après quatre années d'exploitation continue sans restitution et seulement 5,33 kg/ha/an sur les parcelles exploitées sans restitution. L'apport du BP permet de maintenir le niveau de production en dépit de l'exploitation intégrale par la fauche. L'amélioration constatée est réelle mais faible par rapport au témoin absolu. Par rapport à ce dernier traitement, la fertilisation au NPK + urée permet des améliorations de l'ordre de 4 à 5 fois.

Tableau LIX: Composition chimique du fourrage le 29 août 2005

Paramètres	Traitements			
	Exploitation avec apport d'engrais NPK	Exploitation avec apport d'engrais BP	Exploitation sans apport d'engrais	Sans exploitation
	Graminées			
Nombre d'échantillons	3	3	3	3
%MS	94,90 ^a	95,18 ^a	95,26 ^a	94,76 ^a
%MM	6,58 ^a	7,74 ^{ab}	8,14 ^b	6,80 ^a
%CB	47,51 ^a	47,27 ^a	50,75 ^a	47,89 ^a
%MAT	8,14 ^a	4,83 ^b	4,63 ^b	4,32 ^b
MAD (g/kg de MS)	40,42	9,64	7,81	4,90
Phytomasse en kg/ha/an	3415,93 ^a	1123,09 ^b	225,00 ^c	1230,06 ^b
MAT en kg/ha/an	27,81	5,42	1,04	5,31
	Légumineuses			
Nombre d'échantillons	3	3	3	3
%MS	93,62 ^a	93,95 ^a	93,65 ^a	93,50 ^a
%MM	6,46 ^a	5,92 ^a	5,99 ^a	5,15 ^b
%CB	42,67 ^{ab}	44,37 ^b	38,38 ^a	43,49 ^{ab}
%MAT	15,56 ^a	14,85 ^a	15,90 ^a	13,94 ^a
MAD (g/kg de MS)	109,32	102,73	112,48	94,30
Phytomasse kg/MS/ha/an	706,74 ^{ab}	1016,89 ^b	269,63 ^a	402,96 ^{ab}
MAT en kg/ha/an	10,99	15,10	4,29	5,62
	Graminées + légumineuses			
Phytomasse kg /MS/ha/an	4122,67 ^a	2139,98 ^b	494,64 ^c	1633,03 ^b
MAT en kg/ha/an	38,80	20,52	5,33	10,93

Les valeurs portant la même lettre par ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

8.3.7. Estimation des coûts de production

Les résultats d'évaluation des coûts de production présentés au tableau LX montrent pour chaque traitement une estimation des charges fixes constituées essentiellement des fertilisants et des charges variables représentées la main d'œuvre d'exploitation. Pour les dépenses liées à la parcelle NPK+urée s'élèvent à près de 36000 FCFA/ha/an et celles du Burkina phosphate 20000 FCFA. Eu égard à la production, les charges de main d'œuvre de production est plus importante

sur ces mêmes parcelles ce qui entraîne des coûts de production du kg de phytomasse plus importants (Tableau LX). Les marges de production restent cependant plus importantes en moyenne sur les parcelles fertilisées (29,9 à 30,7 FCFA/kg de fourrage produit) par rapport aux autres (15,8 FCFA/kg). Elles varient néant moins en fonction de la pluviométrie qui détermine le niveau de la production annuelle. D'un constat général les parcelles continuellement exploitées sans apport de fertilisant présenteraient déjà des problèmes de rentabilité dès la troisième année d'exploitation (Figure 32).

Tableau LX: Estimation des coûts de production du fourrage à l'hectare (moyenne de 4 ans)

Paramètres	Moyenne des quatre ans			
	NPK	BP	TS	TabS
1. Coût fixe*	36000,0	20000,0	0,0	0,0
Engrais (NPK Burkina phosphate)	24000,0	20000,0	0,0	0,0
Urée	12000,0	0,0	0,0	0,0
2. Coût variable	51075,0	26322,7	12505,1	18766,8
Main d'œuvre pour la fertilisation	5000,0	2500,0	0,0	0,0
Main d'œuvre de fauche	25940,0	13412,0	7040,3	10565,6
Charge de conditionnement du fourrage	14576,4	7536,6	3956,1	5937,1
Transport du fourrage	5558,6	2874,0	1508,6	2264,1
3. Rendement fourrage kg MS/ha/an	2915,3	1507,3	791,2	1187,4
Coût de production du kg du fourrage	29,9	30,7	15,8	15,8
Prix unitaire du fourrage / kg de MS	60,0	60,0	60,0	60,0
Marge brute de la production	174917,0	90439,4	47473,8	71245,4
Marge nette de production	87842,0	44116,7	34968,7	52478,6

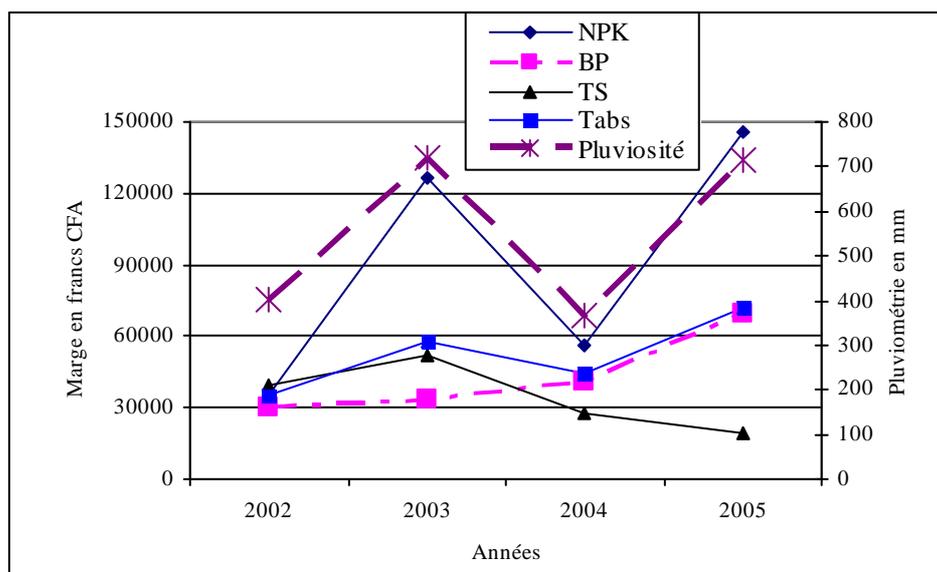


Figure 32: Évolution des marges nettes de la production fourragère en fonction de la durée d'exploitation

8.4. Discussions

Le suivi des effets de la fauche réalisée sur les parcelles a surtout montré une régression des espèces de légumineuses constituées de *Zornia glochidiata* et *Alysicarpus ovalifolius* au profit de *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis* et *Brachiaria distichophylla*. Les effets des variations inter annuelles de la pluviométrie et de la protection jouent également un rôle important dans cette dynamique. Il apparaît que les légumineuses subissent plus les effets de l'exploitation des pâturages par la fauche même lorsqu'ils sont fertilisés. Il faut par ailleurs noter que dans l'intervalle des quatre années d'exploitation, cette dynamique n'est pas significative ($P > 0,05\%$) pour la contribution spécifique des espèces dominantes sur ce type d'unité de végétation. Cependant au regard de l'évolution de cette dynamique et en tenant compte des conditions réelles d'exploitation des parcours telles que pratiquées par les producteurs, des risques devront être considérés et demander des mises en repos temporaire après trois années d'exploitation consécutives.

Les résultats de la dynamique du recouvrement liée aux différents traitements démontrent que le prélèvement continu sans aucun apport accentue la dégradation du pâturage et que cette dégradation est atténuée si les parcelles sont fertilisées. La dégradation est significative après au moins deux années d'exploitation continue. Ces résultats concordent avec les analyses faites par Breman et Ridder (1991) selon lesquelles toute mesure de gestion a un impact dépressif sur les parcours. Cet état de fait accentue les risques de ruissellement et par conséquent l'apport d'azote diminue. Le prélèvement continu de la phytomasse sur les parcours aboutit à leur dégradation qui se manifestent significativement à partir de la troisième année d'exploitation. La vitesse de dégradation est moins importante selon que les pâturages sont fertilisés ou pas. Aussi, la pluviométrie joue un rôle important parce que lorsqu'elle est importante, le niveau de sol nu baisse significativement.

La production de phytomasse en fin de mois d'août a été mesurée dans ce travail. Elle constitue un paramètre important dans l'appréciation de la valeur d'un pâturage et conditionne de ce fait la stratégie des éleveurs en matière d'élevage. Cette production est par contre très tributaire de la variation de la pluviométrie. La fertilisation accentue la production fourragère qui ne subit pas les effets de la fauche continue. Après quatre années d'exploitation continue, les parcelles fertilisées ne présentent pas de signes de baisse de la production. L'apport de NPK + Urée a été plus bénéfique ; il apparaît par ailleurs que le Burkina phosphate permet de maintenir la production au même niveau que la situation des parcelles sans exploitation après un délai de quatre ans d'exploitation. En outre ces deux derniers traitements ont montré une courbe de production fourragère plus stable c'est à dire moins sujet aux variations pluviométriques.

L'apport d'engrais montre à travers cette expérimentation, à l'instar des conclusions de Breman et Ridder, (1991), que sur ce type de pâturage aussi bien l'eau que les éléments nutritifs (fertilisation) limitent la production fourragère. Dans le cas de cette expérience les observations ont révélées qu'après les exploitations d'août, la végétation des parcelles fertilisées régénère plus rapidement que celles non fertilisées et contribue à une protection des sols durant la saison sèche et au maintien de la fertilité du sol pour la campagne suivante.

L'apport d'éléments nutritifs joue un rôle important dans le maintien de la qualité du sol et du fourrage produit comme l'on fait remarquer de nombreux auteurs. L'expérimentation montre effectivement qu'après quatre années d'exploitation, le sol a subi une dégradation de la matière organique, la valeur de l'azote, et le phosphore disponible. Cette diminution liée à la fauche est aggravée par le fait que ce type de sol est très pauvre en matière organique, en azote et en phosphore (Sanou, 1996). L'apport de fertilisants minéraux a permis de maintenir toute de même cette qualité à la valeur équivalente des situations sans exploitation. Le phosphore disponible s'est significativement amélioré sur les parcelles fertilisées. En dépit de cette pauvreté chimique la production de phytomasse obtenue est importante. L'unité d'ensablement se caractérise en effet par une consistance meuble qui est favorable à l'enracinement; une texture grossière bien aérée qui améliore la respiration. L'utilisation de l'eau s'effectue facilement à raison de cette aération et de la faiblesse de succion qu'exercent ces sols sur les quantités d'eau disponible durant la période active de végétation. Selon différents auteurs, l'utilisation de l'eau du sol n'est possible que lorsque la force de succion des racines est supérieure à celle du sol. Dès que les conditions climatiques sont satisfaites, les plantes (en général peu exigeantes à la richesse chimique des sols) des sols sableux se développent normalement, Sanou (1996).

En fin août, la valeur fourragère des pâturages est relativement bonne particulièrement pour les légumineuses constituées essentiellement de *Zornia glochidiata* et de *Alysicarpus ovalifolius* (+ de 14 % d'azote total). La qualité des graminées est cependant déjà médiocre pour toutes les parcelles sauf celles traitées au NPK ou les valeurs sont toujours intéressantes et permettent théoriquement d'assurer l'entretien du bétail (Breman et Ridder, 1991). Ces valeurs s'expliquent également parce qu'en 2005, l'installation de la saison s'est faite assez tôt dès juin si bien qu'en fin août, toutes les graminées avaient bouclées leur cycle végétatif. Les quantités d'azote produit par unité de surface deviennent de ce fait plus importantes sur ces dernières soit quatre fois plus que sur les parcelles sans exploitation et presque huit fois que celle exploitée sans aucun apport. L'exploitation des pâturages par la fenaison en période de fin août-début septembre déprécie à la longue la valeur du sol et la production potentielle d'azote par unité de

surface. L'apport d'engrais NPK+ urée ou de Burkina phosphate permet de relever cette qualité et d'assurer la durabilité des exploitations par la fauche.

Les résultats apportés par cette expérimentation montrent que la production de phytomasse est bien rentable au regard des charges liées aux prix des fertilisants et de main d'œuvre de production d'une part et les opportunités de coûts du fourrage sur les marchés de notre zone d'étude. Cette conclusion va en contradiction avec celle de Breman et Ridder, (1991) selon laquelle l'utilisation des engrais chimiques ne se justifie pas pour l'élevage extensif, compte tenu des prix des engrais en vigueur dans les années 80 (années d'évaluation). Mais ces auteurs avaient également indiqué que cette conclusion était uniquement liée au site, au temps et au système de production. Au regard du développement des systèmes d'élevage actuel, du commerce du fourrage dans les villes et campagnes et des prix assignés au fourrage en saison sèche, l'utilisation de l'engrais chimique se révèle rentable. Cependant, au Sahel, le problème d'adoption des techniques se pose. Leur application peine dans de nombreux domaines de la production agricole ; itinéraires techniques pour les cultures, les techniques améliorées en élevage, l'aménagement et la gestion des parcours, etc. Avec la pression démographique qui se fait de plus en plus préoccupante, la monétarisation de la vie rurale, le renchérissement des prix et la disponibilité des intrants modernes de production, l'amélioration des pâturages en vue de la fenaison demeure une alternative viable à moyen et long terme.

8.5. Conclusion

Les conclusions de cette expérimentation montrent que la fauche est une exploitation qui entraîne la dégradation des pâturages naturels d'ensablement. Du point de vue floristique cette dégradation affecte surtout les espèces telles *Alysicarpus ovalifolius* qui ont tendance à disparaître dès la troisième année d'exploitation continue. *Zornia glochidiata*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis* résistent cependant aux effets de la fauche après au moins quatre années d'exploitation. Les risques de dégradation du sol et de production fourragère sont cependant importants dès la troisième année d'exploitation particulièrement lorsque les parcelles ne sont pas fertilisées. L'application des engrais chimiques (NPK + urée et Burkina phosphate) accroît considérablement le niveau de production fourragère et réduit la vitesse de dégradation des sols liés à l'exploitation. Cette stimulation de la production fourragère par l'apport des engrais s'avère par contre économiquement rentable. Des suivis doivent cependant être prolongés en même temps que d'autres paramètres tels que la biologie du sol, le degré d'infiltration, etc. afin de mieux cerner les délais de cette forme d'exploitation sur la dégradation.

Quatrième partie : VALORISATION DES RESSOURCES FOURRAGERES DANS L'EMBOUCHE OVINE

Chapitre 9

Valorisation de *Cassia obtusifolia* L. dans l'alimentation des ovins d'embouche

Résumé

L'objectif de cette étude a été de déterminer les performances zoo économiques de la substitution des fanes de niébé et des tourteaux de coton (TC) par les fanes de *Cassia obtusifolia* dans l'alimentation des ovins sahéliens en embouche. Les travaux ont été conduits avec 60 béliers entiers de race sahélienne d'âge moyen compris entre 8 et 10 mois en milieu paysan. Cinq (05) rations incorporant *Cassia obtusifolia* en substitution des fanes de niébé (*Vigna unguiculata*) et des TC à des taux variant entre 0 à 20% de la matière sèche de la ration ont été testées. La ration témoin comportait des taux de TC à hauteur de 40% et les fanes de niébé à 20% en comparaison des pratiques paysannes constatées chez les producteurs. Les résultats montrent que les rations de substitution à base de *Cassia obtusifolia* se sont révélées très intéressantes. Au plan zootechnique, les animaux ont enregistré des gains moyens quotidiens variant de $56,6 \pm 22,3$ g/animal pour la ration témoin à $105,2 \pm 33,7$ g/animal pour les rations de substitution. L'évaluation économique a également montré que les rations de substitution de TC à hauteur de 25% et 50% ont des coûts variables de production relativement faibles mais des bénéfices totaux élevés (12874,9 et 7270,7 FCFA respectivement). Ces rations peuvent être donc recommandées aux producteurs quelque soit leur niveau de ressources. En revanche, la ration substituant uniquement les fanes de niébé par *Cassia obtusifolia* à hauteur de 50% par rapport à la ration témoin, présente des coûts de production encore élevés mais aussi des bénéfices élevés. Cette ration pourrait être recommandable aux producteurs ayant des capacités d'investissement assez conséquentes.

Mots clés : *Cassia obtusifolia* – Embouche – Ovin – Tourteau de coton – fane de niébé

9.1. Introduction

En région sahélienne du Burkina Faso, l'embouche ovine est une pratique répandue qui valorise les animaux à diverses occasions (Tabaski, fête de fin d'année, etc.), notamment grâce à l'exportation vers les centres urbains (Ouagadougou, Bobo Dioulasso, Lomé, Abidjan, Lagos, etc.).

Cependant l'activité est confrontée à des problèmes alimentaires vu l'insuffisance et le coût des intrants modernes (sous produits agro industriels) entrant dans la production pour les régions éloignées des zones de production comme le Sahel ; les zones de production sont situées dans la partie sud du pays (Somda, 2001). A ceci s'ajoute la disponibilité limitée en fanes de niébé.

Face à cette situation, plusieurs types de stratégies ont déjà été développées pour substituer partiellement les besoins des animaux en intrants modernes avec l'incorporation des gousses et feuilles de certains ligneux répandus dans la région d'étude telles *Acacia raddiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Pterocarpus lucens*, etc. (Ouédraogo *et al.*, 2000 ; Ouédraogo *et al.*, 2004).

Cassia obtusifolia qui fait l'objet de cette étude est une légumineuse tropicale de la famille des caesalpiniaceae (Le Bourgeois, Merlier, 1995) bien installée au Burkina Faso. Ses

fanés et gousses, très bien consommées par les petits ruminants à l'état sec (Kiema, 1994), riches en azote et en énergie, peuvent être utilisées comme aliment pour le bétail. Les valeurs bromatologiques en protéine, et fibres brutes de cette espèce sont respectivement de 12,7 % et de 26,8% (Ranjhan *et al.*, 1971). De plus, cette plante est de plus en plus envahissante sur les pâturages, particulièrement dans les dépressions et bas – fonds à haut potentiel de production fourragère (Kiema, 2002). Elle colonise également les parcelles aménagées des pâturages dégradés récupérés avec les techniques de sous solage, de demi lune, de digues filtrantes, de cordons pierreux, etc. Sur ces parcelles, les contributions spécifiques de *Cassia* peuvent dépasser les 50% et la production de phytomasse induite dépasse les 70% par rapport à toutes les autres espèces cumulées (Kiema *et al.*, 2001 ; Jalloh, 2004).

La maîtrise de l'incorporation du foin de *Cassia* par les éleveurs peut permettre de maximiser les gains économiques lors de la finition des animaux d'embouche, en substituant les tourteaux et les fanés, plus chères et moins disponibles. L'utilisation de *Cassia obtusifolia* comme foin dans l'alimentation des animaux par les éleveurs constitue également une stratégie de gestion des zones pastorales car *Cassia* n'est pas consommée à l'état vert durant la saison des pluies. La coupe et la fenaison permettront de contrôler sa présence sur les parcelles en fonction des besoins de production et de favoriser l'installation d'autres espèces plus appréciées en saison pluvieuse. Cette étude évalue les effets du remplacement partiel des fanés de niébé et des tourteaux de coton (mélange de tourteau et de coques de graines de coton) par les fanés et gousses de *Cassia obtusifolia* dans des rations alimentaires sur les performances de croissance des ovins d'embouche et sur la rentabilité de cette substitution.

9.2. Matériel et méthodes

9.2.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude est située à l'extrême nord du pays compris entre le 13^{ème} degré et le 15^{ème} degré de latitude Nord (Toutain, De Wispelaere, 1978). Elle couvre une superficie de 36 166 km² et représente 13,2% du territoire (DRED, 2003). Le climat de cette zone est de type sahélien caractérisé par une pluviosité moyenne annuelle inférieure à 400 mm. Il se caractérise par une saison pluvieuse de trois à quatre mois qui s'étale de juin – juillet à septembre et qui est sujette à de fortes variations et, une saison sèche qui dure neuf (09) mois (Claude *et al.*, 1991). Les sols sont marqués par un aplanissement très poussé résultant d'une longue évolution géomorphologique (ORSTOM, 1969). Ils sont en général très diversifiés et en majorité de mauvais supports physiques pour la végétation en raison de leur faible perméabilité ; ce qui freine l'infiltration de l'eau. La végétation est du domaine des steppes qui se caractérisent

essentiellement par une formation herbeuse ouverte. Elle correspond au domaine phytogéographique sahélien décrit par Guinko (1984). Le milieu humain se caractérise par une population de 708 332 habitants composée de 50,16% de femmes contre 49,84% d'hommes avec une densité de 19,2 habitants au km² (INSD, 1997). Les principaux groupes ethniques se composent des foubés (Peulh) 44%; des Touareg (Touareg, Bella, Maure, Hawanabe) 7,1%; des Mossi 10,1%; des Fulcé 10,6%; des Songhaï 10,3%.

L'activité socio - économique est marquée par la coexistence entre l'agriculture et l'élevage. Les autres activités telles que le commerce, l'orpaillage, l'artisanat, etc., sont secondaires. L'agriculture constitue la principale activité socio - économique pour plus de 82% des sahéliens. Le mil (*Pennisetum typhoides*) et le sorgho (*Sorghum bicolor*) sont les spéculations les plus importantes. Cependant on note que les superficies des cultures et des jachères ne représentent qu'un dixième de la superficie exploitée par l'élevage. Cet élevage est dominé par les ruminants composés de bovins, d'ovins et de caprins et a connu ces dernières années une augmentation significative des effectifs du cheptel. En l'espace de 10 ans, le cheptel a augmenté de 19,5% pour les bovins, 30,04% pour les ovins et 27,9% pour les caprins. L'alimentation des animaux provient de trois sources essentielles qui sont : les pâturages naturels (herbacées et ligneux), les résidus de récoltes (paille de céréales, fanes de légumineuses, le son, les fanes d'oseille et de sésame), et les produits de cueillette (bulbes de nénuphars). Les résidus de récolte et les produits de cueillette sont surtout utilisés sous forme de compléments alimentaires pour les animaux adultes affaiblis par la fin de saison sèche, pour les jeunes animaux (veaux) et pour les vaches laitières. De plus en plus, ces différents aliments sont également utilisés pour conduire les activités d'embouche. En plus des trois principales sources d'alimentation des animaux ci-dessus mentionnées, les éleveurs font recours aux sous produits agro-industriels (SPAI) constitués surtout de tourteau de coton et de son de blé achetés dans les marchés locaux.

La contrainte majeure de la zone se caractérise par la pression humaine et la dynamique climatique qui occasionnent une exploitation de plus en plus intensive des ressources et de ce fait contribue à provoquer une crise sérieuse des systèmes de vie pastorale et des changements parfois dramatiques dans l'écologie des populations agro-pastorales (DRED, 2003).

9.2.2. Enquêtes socio - économiques

Afin de mieux accompagner la mise en évidence de l'intérêt de la formulation de nouvelles rations, une enquête socio - économique a été effectuée auprès de 48 emboucheurs. Cette enquête avait pour objet de : (1) déterminer le profil socio - économique des emboucheurs (le sexe, la filiation, le statut éducationnel, les activités principales et secondaires), (2)

déterminer leurs dotations en différentes ressources humaines, bovines, ovines, caprines, volaille, (3) estimer le niveau de leurs revenus moyens provenant de la vente des céréales, du niébé, des bovins, ovins, caprins, du lait et autres (orpaillage, commerces, artisanat, don, etc.).

9.2.3. Matériel animal et allotement

L'essai s'est déroulé en saison sèche entre février et avril 2005 et a duré 86 jours comprenant une période d'adaptation aux régimes alimentaires de 10 jours et 76 jours d'engraissement effectif. L'échantillon était constitué de 60 béliers entiers de race sahélienne tout venant et ayant des poids vifs compris entre $22,1 \pm 5,5$ et $27,3 \pm 4,9$ kg et d'âge variant de $8,3 \pm 2,5$ à $10,8 \pm 3,4$ mois. Les animaux appartenaient à 15 paysans emboucheurs sélectionnés sur la base du volontariat et disposant de ressources alimentaires locales suffisantes pour la conduite du test. Ces 15 emboucheurs ont été répartis en cinq groupes correspondant aux cinq rations à tester en raison de trois éleveurs par type de ration et totalisant chacun quatre béliers sahéliens entiers. Tous les animaux étaient maintenus en stabulation totale entravée sous abri (hangars villageois). Ils ont par ailleurs été vaccinés contre la pasteurellose et déparasités au fenbendazole (Panacur) au début de l'essai pendant la phase d'adaptation.

9.2.4. Aliments et leur mode de distribution

Des fanes et des gousses de *Cassia obtusifolia* ont été utilisées en substitution à des tourteaux de coton (TC) et à des fanes de niébé à hauteur de 0 à 20% (matière sèche) de la ration entière (Tableau LXI). Les proportions des autres d'aliments, tiges de céréales (30%) et foin naturel (10%) sont restées invariables dans toutes les rations. La base d'incorporation des tourteaux de coton a été fixée à 40 % suivant les pratiques observées chez les producteurs. L'offre alimentaire journalière (en matière sèche) a été calculée sur la base de 4,5 % du poids vif initial des animaux. Les aliments ont été distribués quotidiennement ; la pesée des refus et des animaux a eu lieu toutes les deux semaines. L'eau a été distribuée à volonté.

Tableau LXI: Composition alimentaire de la ration en % de la matière sèche

Paramètres	Rations				
	1	2	3	4	5
Fanes de niébé	20	20	20	0	10
Fanes et gousses de <i>Cassia obtusifolia</i>	0	10	20	20	10
Tourteaux de coton	40	30	20	40	40
Tiges de sorgho et de petit mil	30	30	30	30	30
Paille naturelle	10	10	10	10	10

Notes : La ration 1 est la ration de référence (témoin), c'est-à-dire celle couramment pratiquée par les emboucheurs avant le test des rations de substitution. Les rations 2 et 3 testent la substitution partielle du tourteau de coton par *Cassia obtusifolia*, tandis que dans les rations 4 et 5, les fanes de niébé sont partiellement substituées par *Cassia obtusifolia*.

9.2.5. Caractéristique de *Cassia obtusifolia* et méthode de collecte

Cassia obtusifolia est une plante tropicale, bien installée au Burkina Faso. Elle appartient à la famille des Ceasalpiniaceae dans l'ordre des leguminosae. Elle a un port dressé, peut atteindre 1,8 à 2,1 m de hauteur et produit des feuilles et des fruits. Les feuilles sont alternes composées paripennées dont les adultes comprennent 3 paires de folioles de forme obovale. Les fruits sont des gousses en forme de faucille qui contiennent en moyenne 20 à 40 graines. *Cassia* boucle son cycle de développement en 12 ou 13 semaines. Son installation a lieu en début de saison des pluies tandis que la floraison intervient en fin juillet – début août et la fructification de août à novembre. L'espèce n'a pas de préférence de sol notable à condition que celui – ci draine bien (Le Bourgeois, Merlier, 1995). Au Sahel burkinabè, elle est abondante dans les bas-fonds et sur les sols limoneux qui constituent les milieux les plus humides. Les relevés de végétation montrent que les bas fonds constituent les unités où l'espèce prolifère le plus; 5,5 à 30,4 % de contribution spécifique pour cette seule espèce en fonction des situations écologiques (Kiema, 2002). *Cassia obtusifolia* peut potentiellement à la fois améliorer la productivité des pâturages en augmentant la production de litière et de matière organique dans le sol et en recyclant les nutriments essentiels du sol, ainsi qu'en fournissant une source d'alimentation pour les animaux durant la saison sèche. L'exploitation de *Cassia* a eu lieu en mi – septembre au stade fructification. La fauche a consisté au prélèvement du 1/3 supérieur de la plante au couteau ou à la faucille. Cette partie contient le maximum de feuilles et de gousses consommables par les animaux à cette période de la saison des pluies. La période de mi – septembre a également été choisie parce qu'elle correspond à la période où les travaux champêtres sont réduits en même temps qu'elle offre une bonne situation fourragère de l'espèce. La fenaison s'est faite deux jours au soleil après prélèvement suivi de plusieurs jours de séchage à l'ombre. Le foin obtenu a ensuite été conditionné et stocké à l'abri soit sous des hangars soit dans des maisons non habitées selon les possibilités des emboucheurs.

9.2.6. Évaluation de la composition chimique des aliments

Au cours de l'essai des échantillons de chaque type d'aliment ainsi que les refus ont été prélevés chez plusieurs producteurs pour la détermination de la valeur des matières sèches (MS), les matières minérales (MM), les matières organiques (MO), la cellulose brute (CB), les matières azotées totales (MAT). Les matières azotées digestibles (MAD)¹ et les U.F. ont été calculées respectivement selon la formule de Demarquilly et la table pour le calcul des U.F. (Dijkstra) in (Boudet, 1991).

(1) $MADg/kg \text{ de MS} = 9,29 \text{ MAT}(\% \text{ de MS}) - 35,2$ (Boudet, 1991)

9.2.7. Analyse des données socioéconomiques

Les données des enquêtes socioéconomiques ont fait l'objet d'analyse statistique descriptive en vue de mettre en exergue le profil socio-démographique, éducationnel, associatif et économique (dotation en ressources animales). Celles du suivi des performances économiques de l'activité d'embouche (quantités des intrants et les prix, les coûts d'équipements et de la main d'œuvre) ont été analysées à travers le calcul de la marge brute et de la marge sur charge directe (Boughton *et al.*, 1990) par animal et par ration alimentaire.

La marge brute est la différence entre le produit de vente de l'animal et les charges opérationnelles. La marge sur charges directes est la différence entre la marge brute et l'amortissement des équipements spécifiques à l'activité. Elle comprend la rémunération de la main d'œuvre familiale et de la gestion par l'emboucheur de l'activité. Les produits de vente concernent les recettes de la vente des animaux embouchés. Les charges opérationnelles comprennent les coûts des aliments et des produits vétérinaires. Les bénéfices économiques totaux représentent la somme des marges sur charges directes et les revenus additionnels induits par les substitutions partielles par *Cassia obtusifolia* avec comme ration de référence la ration 1. Le revenu additionnel comprend la valeur de la réduction des coûts des aliments à laquelle s'ajoute l'accroissement des produits de vente imputable au gain pondéral.

9.2.8. Analyse statistique des données zootechniques

Les résultats des gains de poids, des gains moyens quotidiens (GMQ) et des refus ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester les effets de la substitution sur les performances des animaux. Le test de Scheffe (1959) a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

9.3. Résultats

9.3.1. Caractéristiques des emboucheurs

Le tableau LXII présente les principales caractéristiques socio-économiques des 48 emboucheurs enquêtés. Les résultats montrent qu'environ 96% de ces personnes sont membres d'associations socioprofessionnelles de producteurs. Elles sont dans leur majorité des personnes totalement illettrées (35% des enquêtés), mais 31% des enquêtés sont alphabétisés (en langue locale fulfulde), 8% ont fréquenté l'école primaire ou secondaire et 25% ont reçu une instruction en langue arabe. Les activités qui occupent le plus de temps dans l'année demeurent l'agriculture et l'élevage avec respectivement 58% et 42% des enquêtés. Enfin, 52% des enquêtés font de l'élevage leur activité secondaire contre 19% pour l'agriculture. D'autres activités telles que le

petit commerce, l'orpaillage occupent secondairement le temps d'activité de 29% des personnes enquêtées.

Tableau LXII: Profil socio - économique des emboucheurs (n = 48)

Caractéristiques	Nombre d'emboucheurs	Pourcentage (%) par rapport au nombre d'enquêtés (n = 48)
a. Organisation socio-professionnelle	48	100
* Membre d'une association	46	95,8
* Aucune appartenance à une association	2	4,2
b. Genre	48	100
* Hommes	26	54,2
* Femmes	22	45,8
c. Educationnelles	48	100
* Totalement illettré	17	35,4
* Alphabétisation en langue locale	15	31,2
* Instruction en langue arabe	12	25,0
* Instruction en langue française (Primaire/secondaire)	4	8,4
d. Activité principale (activité qui occupe la majeure partie du temps dans l'année)	48	100
* Agriculture	28	58,3
* Élevage	20	41,7
e. Activité secondaire (2 ^{ème} activité qui occupe le temps dans l'année)	48	100
* Agriculture	9	18,7
* Élevage	25	52,1
* Autres (petit commerce ou orpaillage)	14	29,2

La taille moyenne des ménages des personnes enquêtées est d'environ 8 ± 5 personnes, composée de 39% de femmes et 61% d'hommes (Tableau LXIII). Le ratio actif sur population totale de ménage est évalué à 62%, dont 47% d'actifs féminins et 53% d'actifs masculins. La répartition des ressources humaines entre les ménages est relativement très hétérogène. Par exemple, un coefficient de variation de 62% est noté dans la dotation en main d'œuvre féminine et masculine. La moyenne d'âge des emboucheurs est de 44 ans.

Au niveau des ressources animales, les ménages sont mieux dotés en caprins, suivis des ovins et bovins. La distribution des bovins et des caprins est plus hétérogène que celle des ovins. La volaille est faiblement représentée et très inégalement répartie entre les ménages avec en moyenne $3,6 \pm 6,2$ têtes par ménage. De même, le nombre moyen de pintades par ménage atteint difficilement une tête ($0,6 \pm 3$ têtes).

Tableau LXIII: Dotation moyenne en ressources des emboucheurs (n = 48)

Intitulé	Moyenne	Ecart-type
Age des emboucheurs (ans)	43,8	10,7
Ressources humaines		
Total femme (pers.)	3,1	1,7
Total actif féminin (pers.)	2,3	1,4
Total homme (pers.)	4,8	3,0
Total actif masculin (pers.)	2,6	1,6
Ressources animales		
Bovin (têtes)	5,1	11,0
Ovin (têtes)	5,3	3,0
Caprin (têtes)	6,2	7,0
Poules (têtes)	3,6	6,2
Pintades (têtes)	0,6	3,0

Pers. = personnes.

9.3.2. Composition chimique des aliments

L'analyse bromatologique des échantillons de fourrage indique des teneurs élevées en matière azotée chez le tourteau de coton (27,23 %), le *Cassia obtusifolia* (17,11 %), et les fanes de niébé (8,37 %). (Tableau LXIV).

Tableau LXIV: Compositions chimiques des aliments en % de la matière sèche

Aliment	MS %	MM %	MO %	CB %	MAT %	MAD %	UF/Kg MS
Tourteau coton	97,60	5,23	94,77	35,08	27,23	21,78	0,84
<i>Cassia obtusifolia</i>	95,67	12,14	89,53	32,08	17,11	12,38	0,59
Fane niébé	96,55	6,64	93,37	40,52	8,37	4,25	0,43
Tiges céréales	96,78	9,06	90,94	39,36	4,04	0,23	0,41
Fourrage naturel	95,88	11,03	88,97	39,02	6,10	2,15	0,37
Refus	96,69	7,19	92,81	43,37	5,92	1,98	0,43
Fèces	97,11	20,90	79,10	35,30	11,48	7,14	0,32

9.3.3. Performances zootechniques

L'analyse des performances zootechniques est présentée dans le tableau LXV. Il montre que les effets de la substitution des fanes de niébé et des tourteaux de coton par *Cassia obtusifolia* ont été significativement positifs ($P < 0,05$). Parmi les rations substituant *Cassia*, les rations 2, 3 et 5 ont été les plus performantes avec des niveaux de gain de poids variant de $7,1 \pm 2,8$ à $8,0 \pm 4,6$ kg / 76 jours d'embouche tandis que la ration 4 n'a permis que $6,4 \pm 2,4$ kg de gain de poids en 76 jours d'embouche.

D'un constat général, l'ingestion des fanes de *Cassia obtusifolia* et des autres concentrés a été maximale (78,8 à 94,3 g/j/kg^{0,75}). Au cours de l'essai aucun animal n'a présenté des troubles

du fait de l'ingestion des fanes et des gousses offertes. Les gains moyens quotidiens ont été appréciables pour toutes les rations à l'exception de la ration 1 où il a été observé seulement $56,6 \pm 22,3$ g/animal/jour. Les indices de consommation ont de ce fait été faibles pour cette ration ($20,7 \pm 1,4$ kg MS/kg de gain de poids), par rapport aux autres.

Tableau LXV: Effets des fanes de *Cassia obtusifolia* (CT) sur les performances zootechniques des béliers d'embouche

Paramètres	Rations				
	1	2	3	4	5
Age des animaux en mois	9,6± 0,5	9,2 ± 1,3	10,8± 4,2	8,3 ± 2,5	10,8 ± 3,4
Nombre d'animaux	12	12	12	12	12
Durée essai en jours	76	76	76	76	76
Poids initial en kg	27,3± 4,9	26,3± 5,5	24,8± 8,5	22,1 ± 5,5	27,1 ± 6,9
Poids final en kg	31,6 ± 7,4	34,3 ± 6,3	31,9 ± 9,1	28,5 ± 5,8	34,5 ± 6,5
Gain de poids en kg /animal	4,3 ± 5,7 ^c	8,0 ± 4,6 ^{ab}	7,1 ± 2,8 ^a	6,4 ± 2,4 ^b	7,4± 3,6 ^a
MS distribuée kg/animal/jour					
* MS totale distribuée	1239±220,5	1183±247,5	1114±382,5	995,6±247,5	1219±310,5
* Fane niébé	247,8±44,1	236,6±49,5	222,8±76,5	0±0	121,9±31,1
* Faner et gousses de <i>Cassia obtusifolia</i>	0±0	118,3±24,8	222,8±76,5	199,1±49,5	121,9±31,1
* Tourteau de coton	495,6±88,2	354,9±74,3	222,8±76,5	398,2±99,0	487,6±124,2
* Tiges céréales	371,7±66,2	354,9±74,3	334,2±114,8	298,7±74,3	365,7±93,2
* Foin naturelle	123,9±22,1	118,3±24,8	111,4±38,3	99,6±24,8	121,9±31,1
MS ingérée totale¹					
g/animal/jour	1112 ± 74,7	1095 ± 90,0	1008 ± 26,8	804±107,3	1100±12,2
g/j/kgP ^{0,75}	93,1±18,5	94,3±21,3	90,7±34,4	78,9±24,3	92,6±26,1
GMQ en g /animal / jour	56,6±22,3 ^c	105,2±33,7 ^{ab}	93,4±32,9 ^a	84,2±28,5 ^b	97,4±37,2 ^a
Kg MS/kg de gain de poids	20,7±1,4	10,5±0,9	10,7±0,3	9,6±1,3	11,3±0,1

Les moyennes marquées par les mêmes lettres (a, b, c) sur la même ligne ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test de Scheffé.

1 : La MS ingérée est déduite de la MS distribuée et des refus mesurés chez les animaux suivis

9.3.4. Évolution des gains de poids

Les résultats de suivi de l'évolution des performances des animaux a montré que durant les 76 jours de suivi, toutes les rations, à l'exception de la ration n° 1 ont présenté à tout moment une croissance rapide des animaux. Ils montrent également que les animaux de ces rations présentent une évolution régulière (Figure 33).

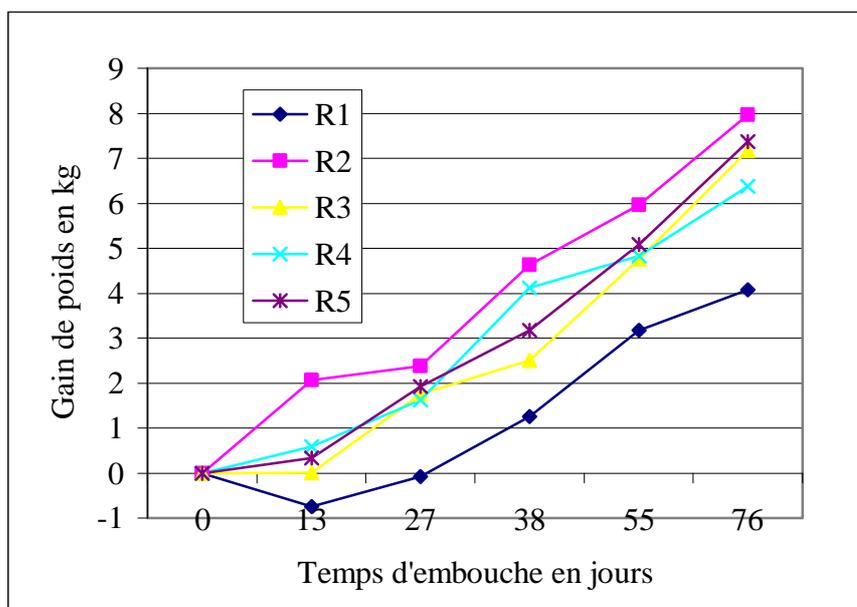


Figure 33: Évolution des gains de poids des béliers en embouche

9.3.5. Performances financières et économiques de l'activité d'embouche

Les résultats des performances financières et économiques indiquent à travers l'analyse des marges brutes (Tableau LXVI) que les rations 3 et 4 ont induit la plus forte réduction des coûts de production. Cependant, la ration 2 est la plus rentable avec une marge brute de 9 319 FCFA/tête et une marge des charges directes de 8 269 FCFA/tête. Elle est suivie successivement des rations 5, 3, 1 et 4. Bien que la ration 4 ait induit une réduction de coûts de production, elle a enregistré des performances économiques inférieures à la ration témoin (ration 1). Ce résultat montre qu'une réduction des coûts n'est pas nécessairement compatible avec une augmentation des profits en production animale, étant donné le processus biologique et les capacités de négociation des producteurs.

Enfin, l'analyse des bénéfices économiques totaux montre que le revenu additionnel généré par la substitution de 25% de tourteau de coton par le *Cassia obtusifolia* est plus élevé que celui de la substitution de 50%. En outre, la substitution de 50% de niébé par le *Cassia obtusifolia* a un revenu additionnel plus important que celle de 100%. En définitive, le bénéfice économique total de la substitution partielle du tourteau de coton permet de retenir la ration 2 comme le rationnement alimentaire dominant sur la ration 3. De même, la ration 5 est dominante par rapport à la ration 4 qui est par ailleurs inférieure à la ration témoin ou de référence.

Tableau LXVI: Performances économiques moyennes de l'activité d'embouche valorisant *Cassia obtusifolia* (CT)

Paramètres	Rations				
	1	2	3	4	5
Gain pondéral (kg/tête) = moyenne (\pm Ecartype)	4,3 (5,7)	8,0 (4,6)	7,1 (2,8)	6,4 (2,4)	7,4 (3,6)
Produit vente (FCFA/tête) (a)	21 933,3 (5 146,8)	25 725 (4 408,3)	23 275 (6 395,6)	20 241,7 (4 053,8)	24 791,7 (4 560,6)
Prix d'achat (FCFA/tête) (b)	13 208,3 (5421,8)	12 168,8 (2 210,9)	13 618,8 (4 807,8)	13 812,5 (6 416,5)	11 933,3 (3 270,9)
Coût des aliments (FCFA/tête) (c)	3 851,4 (775,4)	3 037,2 (727,9)	2 257,2 (754,9)	2 824,9 (627,4)	3 622,7 (907,6)
Dont Coût d'incorporation de <i>Cassia obtusifolia</i> (FCFA/tête)	0 (0,0)	79,9 (19,2)	150,5 (50,3)	134,5 (29,9)	82,3 (20,6)
Coût du traitement vétérinaire (FCFA/tête) (d)	450 (0,0)	450 (0,0)	450 (0,0)	450 (0,0)	450 (0,0)
Coût du complément minéral (FCFA/tête) (e)	750 (0,0)	750 (0,0)	750 (0,0)	750 (0,0)	750 (0,0)
Marge brute (FCFA/tête) (f) = (a-b-c-d-e)	3 673,6 (5 389,7)	9 319,0 (2 664,7)	6 199,1 (2 349,0)	2 404,3 (5 499,7)	8 035,7 (1 705,7)
Amortissement des équipements (FCFA/tête) (g)	1 050 (0,0)	1 050 (0,0)	1 050 (0,0)	1 050 (0,0)	1 050 (0,0)
Marge sur charges directes (FCFA/tête) (h) = (f-g)	2 623,6 (5 389,7)	8 269,0 (2 664,7)	5 149,1 (2 349,0)	1 354,3 (5 499,7)	6 985,7 (1 705,7)
Revenu additionnel ¹ (FCFA/tête) (i)	référence	4 605,9	2 121,7	-665,2	3 087,1
Bénéfice total (FCFA/tête) (j) = (h+ i)	référence	12 874,9	7 270,7	689,1	10 072,8

¹ Il correspond à la somme de l'accroissement des produits de vente et de la réduction des coûts d'alimentation quand on passe de la ration 1 (référence) aux différentes autres rations. Les chiffres entre parenthèses sont des écartypes.

9.4. Discussion et conclusion

Les emboucheurs enquêtés sont relativement peu dotés en ressources animales : en moyenne 5,1 bovins, 5,3 ovins et 6,2 caprins par ménage. Il existe cependant de grandes variations entre producteurs au regard des valeurs élevées des écartypes. La majorité des personnes enquêtées sur la situation de référence pratique l'agriculture comme activité principale. La production animale est une activité secondaire au sein des ménages et est distribuée de façon très hétérogène. La valorisation de *Cassia obtusifolia*, herbacée abondante dans la zone et qui pourrait être considérée comme inutile apporte une contribution significative à la résolution des besoins fourragers.

Les gains de poids ont varié de $56,6 \pm 22,3$ g/animal/ jour pour la ration 1 à $105,2 \pm 33,7$ g/animal/ jour pour la ration 2. Ces valeurs sont relativement moyennes par rapport à celles (100 à 150 g/j/animal de GMQ) obtenues par (Ouédraogo *et al.*, 2000), en station et par (Tiendrébogo, 1992 ; Kiema *et al.*, 2001 ; Ouédraogo *et al.*, 2004) en milieu paysan.

Les performances financières et économiques des différentes rations alimentaires testées sont positives dans l'ensemble. Les marges brutes sont supérieures à celles obtenues par (Zoundi *et al.*, 1996) sur les ovins Djallonké et par (Tiendrébéogo, 1992) sur des béliers sahéliens (2 400 et 5 200 FCFA). Cela s'explique par le fait que l'embouche ovine est très rentable au Sahel et a connu de plus une évolution positive ces dix dernières années (Somda, 2001).

Il est également important de noter que la substitution partielle du tourteau de coton permet la réduction des coûts d'alimentation et partant les coûts de production des ovins d'embouche. Mais, toute réduction de coûts n'entraîne pas nécessairement une amélioration des bénéfices. Elle est due au processus biologique qui limite l'expression zootechnique et partant les produits de vente des animaux. En définitive, cette expérience suggère que la réduction des coûts de production ne doit pas être perçue comme une fin en soi. Ce qui importe est l'augmentation des profits de l'activité et ceci doit être mis en relation avec les capacités d'investissement des producteurs ruraux.

Par cet essai, il apparaît que l'embouche avec *Cassia obtusifolia* peut contribuer à l'amélioration des performances zoo économiques de l'activité d'embouche. Toutefois, les résultats comparés ont permis de se rendre compte que toutes les rations testées ne sont pas recommandables du point de vue économique. En effet, les résultats de cette expérience permettent de conclure qu'une substitution de 25% (ration 2) du tourteau de coton par le *Cassia obtusifolia* est envisageable dans les conditions d'embouche dans la zone d'étude. Mais, une substitution de 50% (ration 3) est également envisageable en particulier pour une catégorie de producteurs relativement moins nantis. Enfin, dans la substitution du niébé par le *Cassia obtusifolia*, seule la substitution de 50% est préférable (ration 5), celle de 100% (ration 4) ayant généré un bénéfice total inférieur à la ration témoin.

Chapitre 10

Valorisation des fanes de niébé, des gousses d'*Acacia raddiana* Savi et de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. dans l'embouche ovine

Résumé

La pratique actuelle de l'embouche ovine au Burkina Faso exige une forte utilisation de ressources alimentaires hors ferme, telle que le tourteau de coton. Dans le Sahel burkinabè, le coût élevé de cette ressource constitue une contrainte à la large adoption de la technique d'embouche. Des ressources alimentaires localement disponibles telles que *Piliostigma reticulatum* (Pr), *Acacia raddiana* (Ar), ou les fanes de niébé se présentent comme une alternative au tourteau de coton. Cette étude vise à développer des rations alimentaires d'embouche incorporant des fanes de niébé ou les gousses de ces ressources ligneuses en substitution partielle au tourteau de coton (Tc) et à identifier les rations alimentaires techniquement et économiquement rentables pour leur vulgarisation. Deux essais ont été conduits avec des ovins sahéliens dans but de rechercher les meilleures formes de substitution.

Le premier essai a substitué le tourteau de coton (Tc) par les fanes de niébé et les gousses d'*Acacia raddiana*. Les taux de substitution du tourteau ont varié entre 25 et 50 % des taux généralement incorporés. Les résultats indiquent que les rations de substitution ont été performantes. L'apport des fanes associées aux gousses d'*Acacia raddiana* a donné les meilleures performances avec 7,2 kg de gain de poids pour 58 jours. L'apport des produits de substitution entraîne cependant une baisse de la teneur des rations en azote. L'analyse économique indique que l'embouche est une activité rentable. La substitution permet d'accroître cette rentabilité. En effet, l'investissement de 100 FCFA rapporte à l'embouche effectuée avec les rations de substitution entre 210,24 à 264,58 FCFA et seulement 179,83 FCFA pour la ration témoin utilisant majoritairement les tourteaux de coton dans l'alimentation des animaux.

Le second a substitué le Tourteau de coton (Tc) par des gousses de *Piliostigma reticulatum* et de *Acacia raddiana*. Cinq rations alimentaires ont été distribuées à 45 béliers chez 15 producteurs. Des données techniques et économiques ont été collectées pour évaluer les performances zootechniques et économiques des rations. Les résultats suggèrent que les rations à 20% Ar + 20% Tc, 10% Ar + 30% Tc et 10% Pr + 30% Tc sont techniquement et économiquement plus performantes que la ration témoin (40% de Tc). Une substitution partielle du tourteau de coton dans l'embouche ovine par ces ressources alimentaires locales est donc faisable. Toutefois, le choix de l'aliment local et le niveau de substitution doivent être bien maîtrisés.

Mots-clés : Embouche ovine, Fane de niébé, *Acacia raddiana*, *Piliostigma reticulatum*, tourteau de coton, Burkina Faso

10.1. Introduction

L'embouche ovine est une activité traditionnelle dans la région du Sahel. L'utilisation de rations alimentaires basées sur des ressources alimentaires hors ferme (sous produits agro-industriels) en complément au fourrage grossier a été la technique la plus vulgarisée (Bougouma-Yaméogo *et al*, 2002). Les performances technico-économiques obtenues par différents auteurs (Tiendrébéogo, 1992; Zoundi *et al*, 1996) suggèrent que les rationnements alimentaires proposés jusqu'alors permettent aux ovins d'extérioriser leurs capacités de production de viande (Kalkoumbo, 1994).

Cependant, la faisabilité technique du rationnement alimentaire à base de ces sous produits agro-industriels (SPAI) est confrontée à leur disponibilité et accessibilité chez les producteurs. En outre, les différents tests réalisés en milieu paysan ont montré que bien souvent, ces producteurs adaptent les rations proposées aux ressources alimentaires dont ils disposent localement (Bougouma-Yaméogo *et al*, 2002).

Ceci est d'autant plus pertinent pour les producteurs du Sahel qui doivent importer les SPAI de Ouagadougou (260 Km) ou de Bobo Dioulasso (610 Km). Le renchérissement des coûts de ces SPAI (tourteau de coton, son cubé) du fait des coûts de transaction et des taxes (Somda, 2001) constitue un facteur limitant de la rentabilité économique de l'embouche dans cette région.

Cette étude s'inscrit dans la perspective de mettre à la disposition des producteurs du Sahel une technique de rationnement alimentaire d'embouche ovine basée sur les ressources localement disponibles. L'objectif global est de tester différents niveaux de substitution de tourteau de coton (mélange de tourteau et de coques de graines de coton appelé « aliment CITEC ») par les aliments locaux. De façon spécifique, il s'agit d'évaluer les performances technico-économiques des rations de substitution partielle de tourteau de coton par les gousses de deux ligneux naturels (*Acacia raddiana*, *Piliostigma reticulatum*) répandues dans la région et accessibles en milieu paysan.

10.2. Matériel et méthodes

10.2.1. Dispositif général de l'étude

L'étude a comporté deux essais conduits en milieu paysan avec des ovins mâles de race sahélienne. Le premier essai a substitué les fanes de niébé et le tourteau de coton par les gousses d'*Acacia raddiana* tandis que le second a concerné la substitution du tourteau de coton par les gousses d'*Acacia raddiana* et de *Piliostigma reticulatum*. Pour tous les animaux, l'embouche s'est déroulée en stabulation permanente des animaux qui ont été traités contre la pasteurellose et déparasités au fenbendazole (Panacur) pendant la phase d'adaptation alimentaire.

10.2.2. Essai 1

10.2.2.1. Matériel biologique

L'étude a été conduite dans le village de Katchari (situé entre les latitudes 13°55' et 14°05' nord et les longitudes 0°00' et 0°10' ouest) entre décembre 2004 et février 2005. Elle a concerné 30 béliers mâles entiers de race sahélienne tout venant, achetés au marché de Dori ou prélevés directement dans les troupeaux des éleveurs. Enfin, elle a été conduite par les éleveurs sous la supervision de l'équipe de recherche.

10.2.2.2. Aliments

Les fanes de niébé et les gousses d'*Acacia raddiana* ont été utilisées pour substituer les tourteaux de coton à hauteur de 25% et 50% selon la composition de la ration indiquée dans le tableau LXVII. La base d'incorporation des tourteaux de coton a été fixée à 40 % suivant les pratiques couramment utilisées par les producteurs (Ouédraogo, 2004 ; Kiema et Sanon, 2001).

Les ressources alimentaires localement disponibles (fanés de niébé et gousses d'*Acacia raddiana*) ont été fournies par les producteurs dont le choix a été fait sur la base de l'adhésion volontaire au travail. Ils ont été répartis dans les trois rations à raison de trois (03) producteurs par ration. Le nombre de béliers de race sahélienne par producteur était de trois. Enfin, le test a été conduit pendant 58 jours.

Les tourteaux de coton ont été fournis aux producteurs à titre de subvention pour leur contribution à la conduite de l'essai. Les aliments grossiers (foin naturel et les tiges de céréales) ont été apportés en quantité suffisante par les producteurs.

Tableau LXVII: Composition des rations en % des aliments distribués

Types d'aliment	Rations		
	1	2	3
Fanes niébé	0	10	10
<i>Acacia raddiana</i>	0	0	10
Tourteau de coton	40	30	20
Tiges céréales	50	50	50
Fourrage naturel	10	10	10
Pierre à lécher	Ad libitum		

10.2.2.3. Conduite de l'activité

Les animaux ont été alimentés individuellement en stabulation permanente, soit sous des hangars soit dans la cour sous des arbres. L'alimentation a été effectuée à raison de 4 % du poids vif par animal. Une période d'adaptation de 10 jours a précédé le début des suivis des performances de chaque essai pour permettre aux animaux de s'habituer aux rations expérimentales. Les aliments ont été distribués quotidiennement ; la pesée des refus et des animaux a eu lieu toutes les deux semaines.

Des échantillons composites de chaque type d'aliment ont été prélevés chez plusieurs producteurs au début, au milieu et à la fin de l'essai pour la détermination de la valeur bromatologique. Les refus ont également été prélevés au niveau de chaque ration pour y effectuer les mêmes types d'analyses. L'analyse a concerné les matières sèches (MS), les matières minérales (MM), les matières organiques (MO), la cellulose brute (CB), les matières

azotées totales (MAT). Les matières azotées digestibles (MAD) ont été calculées selon la formule de Demarquilly in Boudet, (1991) et les unités fourragères selon la table de calcul des U.F. de Dijkstra in Boudet, (1991).

10.2.2.4. Analyses statistiques

Les données zootechniques ont fait l'objet d'analyse de variance des différentes performances, gain de poids et les refus, en appliquant le test de Scheffe. Les données économiques collectées (quantités des intrants et les prix, les coûts d'équipements et de la main d'œuvre, les prix de vente et d'achat des ovins) au cours de l'activité d'embouche, ont été analysées à travers l'élaboration de compte d'exploitation et du budget partiel. Le compte d'exploitation est une représentation synthétique de la profitabilité d'une entreprise. Il recense les facteurs et leurs coûts (financiers et économiques) et les compare à la valeur des produits de l'entreprise en vue d'en tirer des conclusions sur les performances financières et économiques. Ces performances ont été appréciées en valeur absolue à travers le calcul de différentes marges nettes et en valeur relative par le calcul de ratio bénéfice coût. Le budget partiel s'intéresse uniquement aux facteurs variables et leurs coûts financiers et/ou économiques (Boughton *et al.*, 1990) en vue d'apprécier la profitabilité relative des différentes alternatives testées. Dans le présent chapitre, les alternatives sont les différentes rations proposées aux producteurs pour substituer la technologie consistant à apporter les SPAI comme compléments dans les opérations d'embouche, et représenté par la ration 1. Des taux marginaux de rentabilité ont été calculés pour évaluer le gain en bénéfice consécutif à la réduction des coûts des suppléments lorsqu'un producteur passe de la ration 1 aux rations 2 et 3.

10.2.3. Essai 2

10.2.3.1. Matériel animal et allotement

L'expérimentation s'est déroulée en saison froide entre décembre 2004 et mars 2005 et a durée 96 jours comprenant une période d'adaptation au régime alimentaire de 10 jours et 86 jours d'embouche effectif. Le matériel animal comprenait 45 béliers entiers de race sahéenne tout venant et ayant des poids vifs moyens variant de $32,9 \pm 4,9$ kg/animal dans la ration 3 à $35,9 \pm 2,8$ kg/animal dans la ration 5. L'âge moyen était compris entre $11,5 \pm 1,4$ mois pour la ration 1 et $13,3 \pm 3,0$ mois/animal pour la ration 2.

Enfin, l'étude a impliqué 15 producteurs ruraux repartis en cinq groupes pour tester les cinq rations alimentaires. Ils ont apportés les animaux achetés et/ou prélevés de leur troupeau. De même, les ressources alimentaires (tiges de céréales, fanes de légumineuses, gousses de

Piliostigma reticulatum et de *Acacia raddiana*) localement disponibles étaient à leur charge tandis que les intrants hors-ferme (tourteau de coton, produits vétérinaires et petits équipements) leur ont été fournis. Les tiges de céréales et les fanes de niébé ont été collectées après les récoltes dans les champs tandis que les gousses des ligneux ont été récoltées librement sur les parcours. Les gousses d'*Acacia raddiana* ont été distribuées directement aux animaux à l'essai tandis que celles de *Piliostigma reticulatum* ont été d'abord pilées avant d'être distribuées.

10.2.3.2. Aliments et leur mode de distribution

Plusieurs rations alimentaires ont été testées (Tableau LXVIII). La ration témoin est celle vulgarisée et utilisée par les producteurs dans la région (Ouédraogo, 2004 ; Kiema et Sanon, 2001). Elle est composée de 40% de tourteau de coton (TC), de tiges de céréales (40%), de fanes de niébé (10%) et de foin naturel (10%). Les rations-tests ont incorporé des gousses d'*Acacia raddiana* ou de *Piliostigma reticulatum* à hauteur de 10 et 20% (matière sèche) de la ration alimentaire totale. Ceci correspond à des substitutions de 25% et 50% du tourteau de coton par ces ressources ligneuses localement disponibles. L'offre alimentaire journalière en matière sèche a été calculée sur la base de 4% du poids vif initial des animaux. L'eau a été distribuée à volonté. Les aliments ont été distribués quotidiennement.

Tableau LXVIII: Composition des rations en % de la matière sèche

Types d'aliments	Rations				
	1	2	3	4	5
<i>Acacia raddiana</i>	0	10	20	0	0
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0	0	0	10	20
Tourteau de coton	40	30	20	30	20
Tiges céréales	40	40	40	40	40
Fanes niébé	10	10	10	10	10
Fourrage naturel	10	10	10	10	10
Pierre à lécher	Ad libitum				

10.2.3.3. Collecte de données

La collecte des données zootechniques et économiques s'est déroulée dans un dispositif de suivi-évaluation. Les paramètres zootechniques (poids, refus et autres évènements dans l'atelier) ont été collectés toutes les deux semaines (14 jours) durant l'opération. Les paramètres économiques ont été collectés auprès des producteurs-tests en début de l'opération pour les coûts des animaux et des aliments à leur charge ; les coûts des autres facteurs fournis étant détenus par l'équipe de recherche. Tous les facteurs de production ont été évalués au prix du marché où les producteurs se sont approvisionnés. A la fin de l'opération, les produits de vente des animaux ont été collectés auprès des producteurs.

Au cours de l'essai des échantillons de chaque type d'aliment ainsi que les refus ont été prélevés pour déterminer la valeur des matières sèches (MS), les matières minérales (MM), les matières organiques (MO), la cellulose brute (CB), les matières azotées totales (MAT). Les matières azotées digestibles (MAD) et les U.F. ont été calculées respectivement selon la formule de Demarquilly et la table de calcul des U.F. (Dijkstra) *in* Boudet (1991).

10.2.3.4. Analyse statistique des données zootechniques

Les résultats des gains de poids, des gains moyens quotidiens (GMQ) et des refus ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification afin de tester les effets de la substitution sur les performances des animaux. Le test de Scheffe a été utilisé pour identifier les moyennes qui diffèrent significativement au seuil de 5%.

10.2.3.5. Méthodes d'évaluation économique

Les performances économiques ont été évaluées à travers le calcul de la marge brute et de la marge sur charges directes par animal et par ration alimentaire. La marge brute est la différence entre le produit de vente de l'animal et les charges opérationnelles. La marge sur charges directes est la différence entre la marge brute et l'amortissement des équipements spécifiques à l'activité. Les produits concernent les recettes de la vente des animaux embouchés. Les charges opérationnelles comprennent les coûts des aliments et des produits vétérinaires. Les coûts de production d'un kilogramme de poids vif dans l'embouche ont été évalués à travers le ratio entre les coûts opérationnels et le gain de poids dans l'activité d'embouche. La variabilité des performances économiques de chaque ration a été appréciée par l'écart-type de la moyenne.

10.3. Résultats et discussion

10.3.1. Essai 1

10.3.1.1. Composition chimique des aliments

L'analyse des principaux composants chimiques montre que les trois rations sont iso énergétiques avec respectivement 0,58 ; 0,52 et 0,59 U.F. /kg de MS respectivement pour la 1, la 2 et la 3. La matière azotée totale est par contre plus élevée pour la ration 1 avec 13,7%. Pour la ration 2, elle est de 10,07% et de 10,64% pour la ration 3. La matière azotée digestible suit les mêmes tendances avec respectivement 9,18%, 6,09% et 6,37% pour les rations 1, 2 et 3 (Tableau LXIX). Cette analyse indique que toutes les rations proposées sont de bonne qualité à même d'assurer une bonne production (Boudet, 1991).

Tableau LXIX: Composition chimique des rations

Principaux Constituants	Rations		
	1	2	3
MAT %	13,67	10,07	10,64
MAD %	9,19	6,10	6,38
UF / Kg de MS	0,58	0,52	0,59
g MAD/UF	158,44	117,31	108,14

NB : MAT= matière azotée; MAD= matière azotée digestible ; UF = unité fourragère.

10.3.1.2. Performances de croissance des animaux

Les performances de croissance obtenues en 58 jours d'embouche ont varié de 6,64 kg à 7,18 kg par animal pour les gains de poids totaux. Ce qui équivaut à des gains moyens quotidiens de 114,5 à 123,8 g/jour/animal qui sont comparables à ceux rapportés par Tiendrébéogo, 1992 ; Kiema et Sanon, 2001 ; Ouédraogo *et al.*, 2004 (entre 100 à 130 g/j/animal de GMQ) ; mais inférieures à ceux de Ouédraogo *et al.*, 2000 et Somda, 2001 (> 130 g/j/animal de GMQ). Par ailleurs, aucune différence significative ($P < 0,05$) de gains moyens quotidiens (GMQ) n'a été statistiquement détectée entre les rations. Le taux de substitution des aliments CITEC par des aliments localement disponibles (fanés et *Acacia raddiana*) n'a donc pas eu d'effet significatif sur le GMQ. En revanche, l'ingestion de la matière sèche par les animaux ayant reçu les rations 1 et 3 a été statistiquement différente de celle des animaux de la ration 2. La substitution des tourteaux de coton par les fanés et les gousses d'*Acacia raddiana* à hauteur de 25% et 50% a amélioré l'ingestion de la matière sèche. Ce qui a permis aux animaux des rations 2 et 3 de réaliser des gains poids intéressants, mais non significativement différents de ceux de la ration 1. En outre, cela s'est traduit par des pourcentages de matières sèches consommées et des indices de consommation plus importants (Tableau LXX).

Tableau LXX: Performances de croissance des animaux d'embouche à Katchari

Paramètres	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ecartype
Âge en mois des animaux	10,8 ± 3,5	12,8 ± 2,3	13,3 ± 3,6	1,3
Poids initial en kg	32,1 ± 7,3	34,8 ± 5,9	38,9 ± 8,9	3,4
Poids final en kg	38,7 ± 8,7	42,68 ± 5,7	46,06 ± 7,2	3,7
Gain de poids en kg	6,6±2,4 ^a	7,0±1,6 ^a	7,2±2,5 ^a	0,3
GMQ	114,5	121,1	123,8	4,8
MS distribuée g/animal/j				
* MS totale	1283,2	1393,8	1555,2	1283,2
* Fane niébé	0,0	139,4	155,5	85,5
* <i>Acacia raddiana</i>	0,0	0,0	155,5	89,8
* Tourteau coton	513,3	418,1	311,0	101,2
* Tiges céréales	641,6	696,9	777,6	68,4
* Foin naturel	128,3	139,4	155,5	13,7
MS Ingérée totale				
g/animal/jour	969,6	1201,8	1278,7	160,9
g/j/kgP^{0,75}	71,9	83,9	82,1	6,5
Refus gMS/animal/jour	313,6 ^a	192 ^b	276,5 ^a	62,31
Kg MS/kg de gain	8,4	9,5	8,8	0,5

Les moyennes marquées par les mêmes lettres (a, b) sur la même ligne ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test de Scheffe.

10.3.1.3. Évolution comparée des gains de poids par ration distribuée

L'analyse comparée de l'évolution des gains de poids montre la faisabilité technique de la substitution du tourteau de coton par les ressources alimentaires localement disponibles. La ration 3 qui incorpore les fanes et les gousses d'*Acacia raddiana* permettent une croissance supérieure aux deux autres rations (Figure 34). Les gains de poids obtenus par les animaux nourris à cette ration sont restés supérieurs durant toute la période de l'essai. La ration 2 constitue la deuxième meilleure ration en terme de gains de poids des animaux. Toutefois, elle a entraîné des gains de poids en dessous du témoin (ration 1) jusqu'au 20^{ème} jour. Puis, elle a donné lieu à une croissance soutenue pour rejoindre la ration 3 à partir du 44^{ème} jour. En définitive, les rations de substitution (rations 2 et 3) ont engendré des gains de poids supérieurs à la ration témoin.

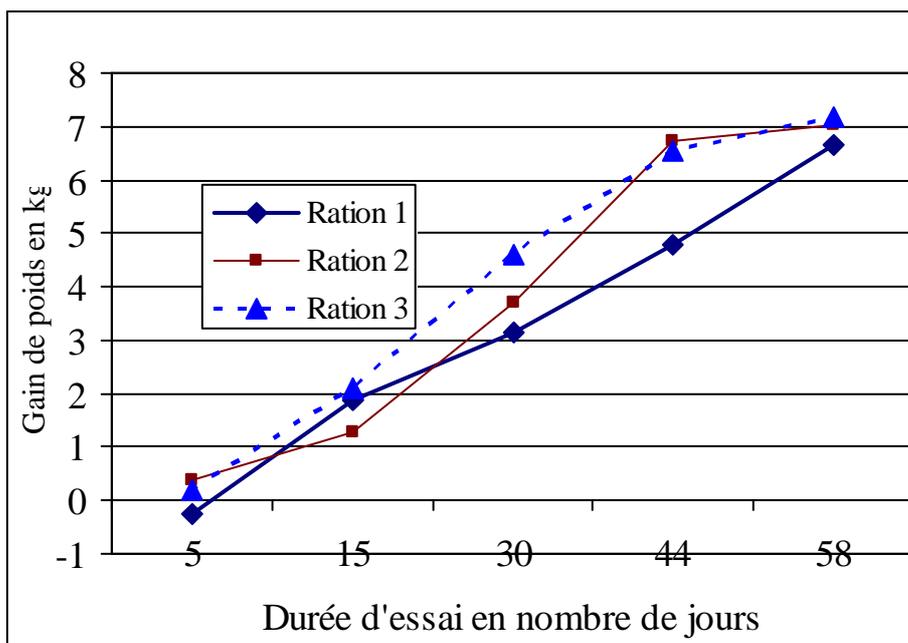


Figure 34: Évolution des gains de poids des animaux en kg des béliers en embouche

10.3.1.4. Évolution comparée de l'ingestion des matières sèches

L'analyse comparée de l'ingestion des matières sèches indique également la supériorité des rations de substitution sur la ration témoin (Figure 35). Cependant, la ration 2 a enregistré les meilleurs niveaux d'ingestion, suivi par la ration 3. En effet, la ration a favorisé une plus grande consommation d'aliments par unité de poids métabolique.

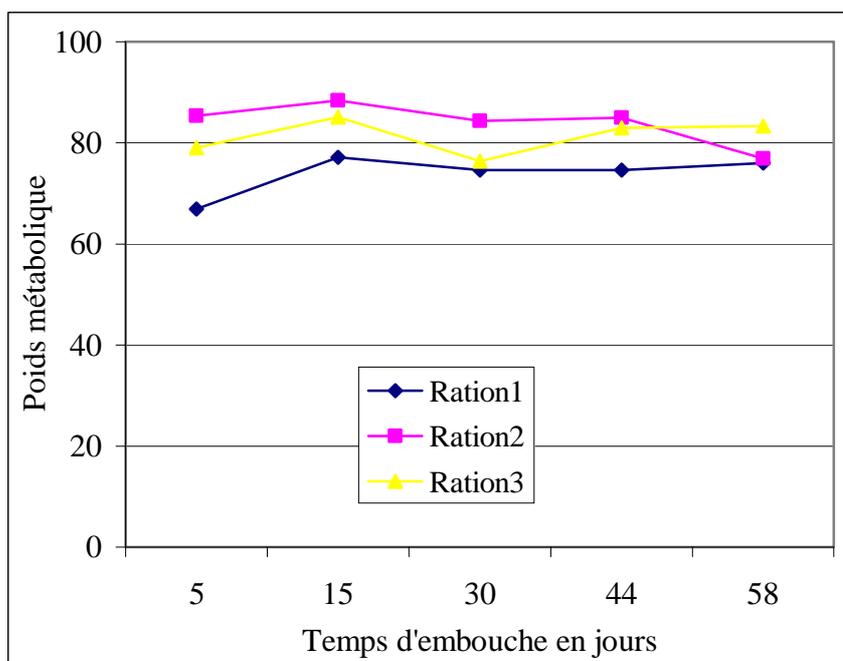


Figure 35: Évolution des matières sèches ingérées en g/kg de poids vif métabolique

Les différents résultats obtenus démontrent la faisabilité technique de la substitution des tourteaux de coton par les ressources alimentaires localement disponibles. Il reste maintenant à démontrer la faisabilité économique d'une telle technologie dans l'environnement des producteurs ruraux.

10.3.1.5. Analyse des performances économiques

L'analyse des performances financière et économique de l'activité d'embouche est faite sous deux perspectives : La rentabilité en terme absolue et relative de l'opération d'embouche et la profitabilité relative des différentes rations testées. La première perspective répond à la question de savoir si l'embouche est une entreprise rentable étant donné l'environnement économique des producteurs ruraux et en rapport aux investissements consentis. La seconde perspective répond à la question de savoir comment la substitution de la composition alimentaire a permis de faire des économies sur les coûts de production dans l'activité d'embouche et d'accroître le profit net.

L'analyse du compte d'exploitation de l'embouche (Tableau LXXI) montre que toutes les rations testées ont été financièrement et économiquement rentables. La marge nette des coûts variables (coût de l'alimentation) indique que la ration 3 reste la plus rentable avec 12 130 FCFA/animal. Les ratios bénéfice/coût, montrent que pour un investissement financier de 100 FCFA, la ration 3 a permis d'obtenir en moyenne 265 FCFA de bénéfice net. Les rations 2 et 1 ont généré respectivement 210 FCFA et 179,8 FCFA pour un investissement de 100 FCFA.

Tableau LXXI: Résultat d'exploitation d'embouche ovine à Katchari (FCFA/ovine)

Paramètres d'évaluation	Ration 1	Ration 2	Ration 3
Gain pondéral (kg/ovine)	6,64	7,02	7,18
Durée (jours)	58	58	58
<i>Marge brute (1)</i>	<i>13442,4</i>	<i>14464</i>	<i>15667,2</i>
Coût fourrage naturel	69,74	75,27	81,9424
Coût des tiges de céréales	348,69	376,36	409,712
Coût des fanes de niébé	0	205,35	245,83
Coût d' <i>Acacia raddiana</i>	0	0	122,91
Coût du tourteau de coton	2510,61	2093,71	1474,96
<i>Total coûts variables (2)</i>	<i>2929,05</i>	<i>2750,69</i>	<i>2335,36</i>
Coût de la pierre à lécher	750	750	750
Coût des vaccins	150	150	150
Coût des déparasitent	300	300	300
Coût du petit équipement	1050	1050	1050
<i>Total coûts fixes (3)</i>	<i>2250</i>	<i>2250</i>	<i>2250</i>
<i>Total coûts financiers (4)=(2)+(3)</i>	<i>5179,05</i>	<i>5000,69</i>	<i>4585,36</i>

Coût d'opportunité de la main d'œuvre (5)	1740	1740	1740
Total coût économique (6)=(4)+(5)	6919,05	6740,69	6325,36
Marge net des coûts variables (7)=(1)-(2)	9313,35	10513,32	12131,84
Marge net financière (8)= (7)-(3)	8263,35	9463,32	11081,84
Marge net économique (9)= (8)-(5)	6523,35	7723,32	9341,84
Ratio bénéfice coût financier (10)=(7)/(4) %	179,83	210,24	264,58

L'analyse du budget partiel (Tableau LXXII) indique que la ration 3 domine la ration 2. En effet, la première entraîne des coûts bas et génère des bénéfices nets élevés. Les résultats du taux marginal de rentabilité indiquent que pour une économie des coûts de 100 FCFA/animal entre les rations 1 et 3, les bénéfices nets du producteur ayant reçu la ration 3 ont augmenté de 390 FCFA/animal. Les producteurs ayant appliqué la ration 2 ont augmenté les bénéfices nets de 673 FCFA par animal.

Tableau LXXII: Budget partiel de l'embouche ovine à Katchari (FCFA/ovine)

Paramètres d'évaluation	Ration 1	Ration 2	Ration 3
Marge brute	13442,4	14464	15667,2
Coût fourrage naturel	69,73	75,27	81,94
Coût des tiges de céréales	348,69	376,36	409,71
Coût des fanes de niébé	0	205,35	245,83
Coût d' <i>Acacia raddiana</i>	0	0	122,92
Coût du tourteau de coton	2510,61	2093,71	1474,96
Coût total variable	2929,05	2750,69	2335,36
Bénéfice net	10513,35	11713,32	13331,84
Taux de rentabilité marginale (%)		672,77	389,69

10.3.1.6. Conclusion

Cette étude montre bien que les dépenses liées à l'achat des intrants importés dans les rations d'embouche ovine peuvent être réduites sans compromettre les performances de croissance des animaux. D'autre part les effets économiques et financiers liés à cette substitution sont également intéressants pour les producteurs qui accroissent leur rentabilité. Des investigations doivent se poursuivre avec d'autres types de ressources pour la mise au point de rations d'alimentation valorisant au maximum les ressources alimentaires locales.

10.3.2. Essai 2

10.3.2.1. Composition chimique des aliments

La composition bromatologique des aliments indiquée au tableau LXXIII montre que les tourteaux de coton sont effectivement riches en matière azotée (en moyenne 28,39%). Cependant les gousses et les fanes en sont suffisamment riches pour assurer une certaine croissance des animaux (Boudet, 1991). Les autres types d'aliments, tiges de céréales et le foin naturel, n'ont

que des traces de matières azotées digestibles difficilement valorisables par les animaux. Les calculs d'U.F. révèlent également que les aliments de substitution ont des valeurs élevées, supérieures aux tourteaux de coton.

Tableau LXXIII: Composition chimique des aliments distribués aux animaux

Aliments	Composition chimique des aliments utilisés						
	MS %	MM %	MO %	CB %	MAT %	MAD %	UF/kg MS
Tourteau coton	96,45	6,54	93,46	28,11	28,39	22,85	0,77
<i>Acacia raddiana</i>	96,04	5,21	94,79	27,20	13,82	9,32	0,84
<i>Piliostigma reticulatum</i>	96,04	6,50	93,50	22,65	9,78	5,57	0,90
Fane niébé	95,88	9,39	90,61	27,93	12,69	8,27	0,75
Tiges céréales	96,69	8,03	91,97	38,13	3,78	0,01	0,47
Fourrage naturel	96,62	9,39	90,61	47,29	4,25	0,43	0,39
Refus	97,10	19,16	80,84	37,47	5,71	1,78	0,27

10.3.2.2. Performances zootechniques

Les performances zootechniques obtenues avec toutes les rations ont été satisfaisantes. Il est ressorti que les gains de poids des sujets recevant les aliments de substitution (gousses de *Piliostigma reticulatum* et *Acacia raddiana*) du tourteau de coton étaient comparables à ceux sans substitution de la ration témoin (Tableau LXXIV). La ration de substitution de tourteau par les gousses d'*Acacia raddiana* à 20 % de composition (ration 3) a même montré les meilleures performances, significativement différentes des autres au seuil de 5%. Les gains de poids des animaux des meilleures rations de substitution ont varié de 12,0±4,1 kg/animal pour la ration 4 à 14,0±3,3 kg pour la ration 3. Enfin, la ration 5 avec une substitution de 50% du tourteau de coton a permis un gain pondéral de 8,3±3,3 kg. Cette faible performance zootechnique de la ration 5 est en partie imputable à la faiblesse de la quantité de MAD par rapport aux autres rations.

Les gains moyens quotidiens (GMQ) calculés ont suivi les mêmes tendances observées. Les écart-types révèlent une grande variabilité entre les producteurs du fait probablement du respect plus ou moins scrupuleux des modes de conduite des animaux d'embouche. Les coefficients de variation sont évalués à 34,86% pour les animaux de la ration 4 et en moyenne de 28,06 à 28,91% pour ceux des rations 2, 3 et 5 contre 20,41% pour la 1. L'ingestion des aliments distribués dans les rations de substitution a été plus importante que celle de la ration témoin (ration 1). Les refus dans les rations de substitution sont constitués essentiellement de tiges de céréales et de paille de graminée.

Tableau LXXIV: Évaluation des performances zootechniques des béliers d'embouches

Paramètres	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Age des animaux en mois	11,5±1,4	13,3±3,0	12,3±1,6	12,4±1,5	11,5±1,4
Nombre d'animaux	9	9	9	9	9
Poids initial en kg	34,3±9,0	35±5,2	32,9±4,9	35,9±2,8	35,5±6,4
Poids final en kg	46,3±10,2	47,4±7,3	46,9±6,4	47,9±5,5	43,8±7,1
Gain de poids en kg/animal	12,1±2,4 ^a	12,4±3,4 ^{ab}	14,0±3,3 ^c	12,0±4,1 ^{ab}	8,3±3,3 ^d
CV des gains de poids (%)	20,41	28,91	28,06	34,86	28,06
MS distribuée g/animal/j					
* MS totale	1370	1400	1317,5	1435	1420
* Fane niébé	137	140	131,75	143,5	142
* <i>Acacia raddiana</i>	0	140	263,5	0	0
* <i>Piliostigma reticulatum</i>	0	0	0	143,5	284
* Tourteau coton	548	420	263,5	430,5	284
* Tiges céréales	548	560	527	574	568
* Foin naturel	137	140	132	144	142
MS ingérée totale					
g/animal/jour	1065,5	1031,75	1047,5	1316,5	1264,75
g/j/kgP ^{0,75}	75,3	71,7	76,2	89,8	87
*Refus g de MS/animal/jour	304,5 ^a	368,25 ^a	270 ^{ab}	118,5 ^c	155,25 ^d
GMQ (g / j)	140,26	143,90	162,06	139,53	96,66
IC (Kg MS/kg de gain)	7,60	7,17	6,46	9,43	13,08

Les moyennes marquées par les mêmes lettres (a, b, c, d) sur la même ligne ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$ selon le test de Scheffe.

10.3.3.3. Évolution des gains de poids

L'évolution des gains de poids durant la période d'embouche a montré une accélération durant les 45 premiers jours caractérisée par des pics sur les courbes de la figure 40. Après cette période de croissance, les courbes de caractérisation de toutes les rations sont plus obliques et indiquent des niveaux de croissance moins importants. À l'instar du tableau LXXIV, sur les caractéristiques des performances zootechniques, la figure 36 de l'évolution de GMQ a consacré la meilleure évolution à la ration trois (3). La ration cinq (5) a été moins performante dès le début de l'embouche. Par contre, la ration 4, (25% de substitution par *Piliostigma reticulatum*) a rattrapé les rations 2, 1 dans le troisième mois de l'opération. Ainsi, pour l'embouche ovine, il apparaît que les rations utilisant de plus grandes quantités de ressources locales se prêteraient mieux à des embouches de longue durée par rapport à celle utilisant plus de concentrés importés. D'un constat général, les gains de poids obtenus ont été dans l'ensemble inférieurs à ceux trouvés par Ouédraogo *et al.*, 2000 en station, mais sont restées comparables aux résultats rapportés par Kiema et Sanon, 2001 ; Ouédraogo *et al.*, 2004 et Tiendrébéogo, 1992 (entre 100 à 150 g/j/animal de GMQ).

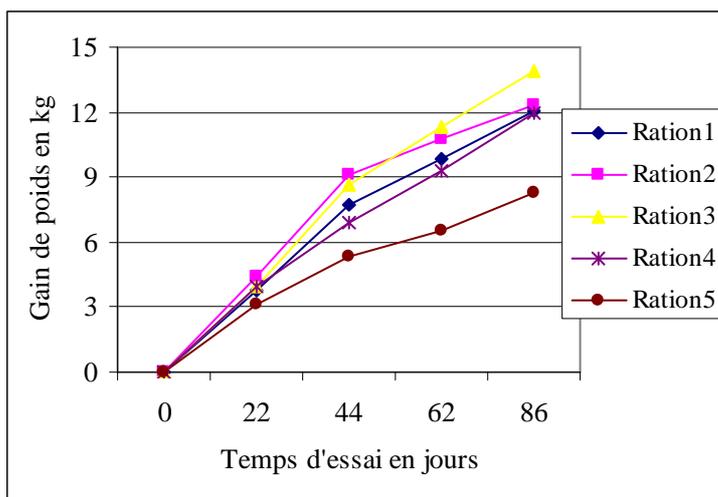


Figure 36: Évolution des gains de poids par ration en kg des béliers en embouche

10.3.3.4. Évolution des gains de poids moyens quotidiens

Les résultats du suivi des performances zootechniques ont montré à la figure 37, l'importance des GMQ en fonction du temps d'embouche. Il est apparu selon l'évolution des courbes des différentes rations une confirmation des tendances observées dans la première courbe. Les plus forts GMQ de la période d'embouche ont été obtenus durant les premiers moments de l'opération après la phase d'adaptation des animaux (plus de 150 g/j/animal pour toutes les rations). Cette performance est devenue rapidement faible pour toutes les rations après 60 jours, particulièrement pour les rations 5, 2 et 1 (moins de 100 g/j/ animal). Cette évolution indique qu'en matière d'embouche, les ovins extériorisent les meilleures performances dès les deux premiers mois. Les gains de poids ont été plus faibles durant les dernières phases de l'opération. Aussi, les rations de substitution se sont mieux prêtées aux opérations plus longues que celles utilisant de plus fortes doses de tourteaux de coton.

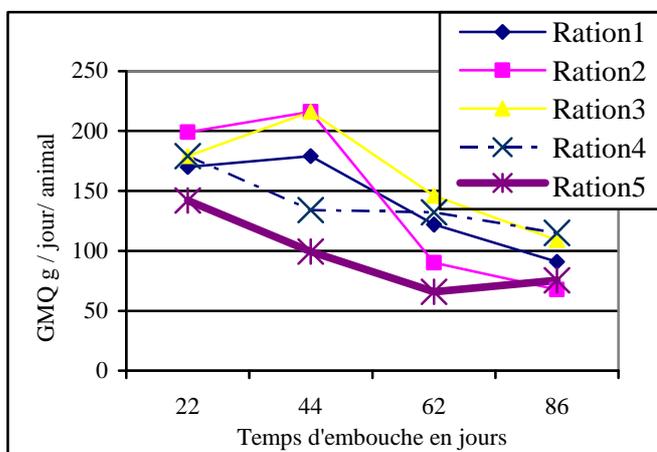


Figure 37: Évolution des gains de poids moyens quotidiens (GMQ) en fonction de la durée d'embouche des béliers

10.3.3.5. Évolution des matières sèches ingérées en fonction du temps d'embouche

L'ingestion des ressources alimentaires distribuées aux animaux a varié avec l'évolution du temps d'embouche. D'un constat général, il est ressorti que pour toutes les rations, l'ingestion a été plus élevée au début que vers la fin de l'opération. Par ailleurs, les rations 4 et 5 ont connu plus d'ingestion de matières sèches par kg de poids vif que les autres. Les rations 3 et 1 ont présenté des niveaux d'ingestion similaires au cours de cette opération (figure 38).

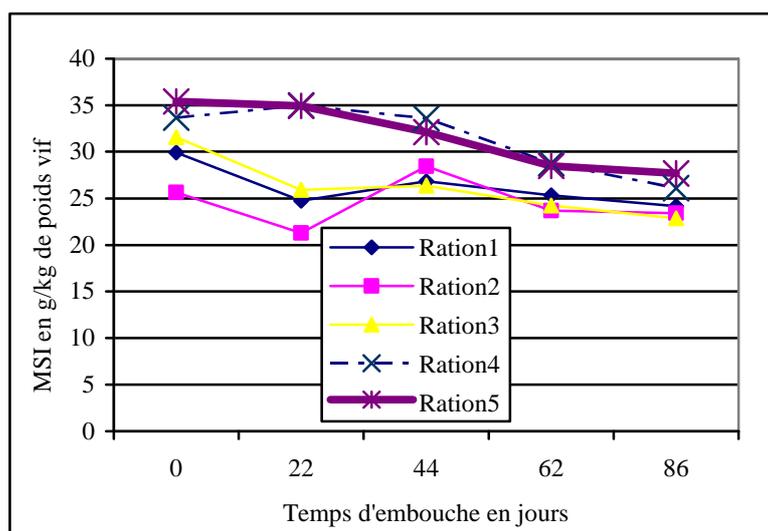


Figure 38: Évolution des matières sèches ingérées (MSI) en fonction de la durée d'embouche des béliers

10.3.3.6. Performances économiques de l'activité d'embouche

Les performances économiques de l'embouche en milieu paysan dépendent non seulement de la maîtrise de la technique, mais surtout de la maîtrise des coûts de production. L'analyse des coûts de cette activité d'embouche (Tableau LXXV) indique que les coûts d'acquisition des animaux ont représenté entre 67% (ration 1) et 73% (ration 5) des coûts de mise en œuvre de l'activité. Les charges directes ont contribué entre 33% et 27% aux coûts totaux. Au niveau des charges directes, l'alimentation constitue le principal poste des dépenses dans l'embouche. Dans la ration témoin (ration 1), elle a représenté environ 69% des charges directes. Pour ce type de ration alimentaire, le tourteau de coton contribue à environ 57% aux charges directes. Par ailleurs, le tourteau de coton représente 82% des charges d'alimentation des animaux. Les substitutions du tourteau de coton par 10% (ration 2) et 20% (ration 3) de gousses d'*Acacia raddiana* ont permis respectivement une réduction de 3% et 7% de la part de l'alimentation dans les charges directes. Dans les rations substituant le tourteau de coton par 10% et 20% de *Piliostigma reticulatum*, la réduction de la part de l'alimentation dans les charges directes a été respectivement de 3% et 5%. Le rationnement alimentaire en cours au Burkina

Faso utilise le tourteau de coton comme complément azoté. La substitution permet donc une réduction du coût du tourteau et partant celui de l'alimentation.

Cette réduction des coûts d'embouche n'a pas affecté les marges brutes obtenues par le producteur. En effet, toutes les rations testées ont été économiquement rentables. Les marges sur charges directes ont varié de 5 584 FCFA/animal (ration 5) à 8 798 FCFA/animal (ration 3). Mais comparée à la ration témoin (ration 1 à 40% de TC), les marges brutes de certaines rations se sont améliorées. Ainsi, la ration 3 (20% du TC + 20% de gousses d'*Acacia raddiana*) a permis une augmentation de 47% de la marge sur charges directes générée avec la ration 1. Les marges brutes des rations 2 (30% de TC et 20% de gousses d'*Acacia raddiana*) et 4 (30% TC et 10% de gousses de *Piliostigma reticulatum*) ont respectivement augmenté de 19% et 17% par rapport à la ration 1. En revanche, avec la ration 5 (20% TC + 20% de gousses de *Piliostigma reticulatum*), la marge sur charges directes a diminué de 6% par rapport à celle de la ration 1.

Tableau LXXV: Marges brutes moyennes des rations alimentaires (les données économiques sont en FCFA/animal)

Paramètres	Rations				
	1	2	3	4	5
Gain pondéral (kg/animal)	12,06 (2,39)	12,38 (3,39)	13,94 (3,27)	12,00 (4,05)	8,31 (3,34)
Produit de vente des animaux (1)	27 787,5 (6 035,8)	28 425,0 (4 205,4)	28 125,0 (5 183,0)	28 725,0 (3 308,8)	26 287,5 (4 242,5)
Prix d'achat des animaux (2)	14 638,5 (3 444,7)	14 959,0 (2 422,8)	14 077,5 (3 648,6)	15 333,0 (1 207,5)	15 172,7 (2 729,5)
Coût des aliments (3)	4 928,66 (1 474,96)	4 096,39 (659,94)	2999,04 (496,25)	4 171,86 (392,93)	3 280,90 (561,89)
Coût des produits vétérinaires (4)	450 (0,00)	450 (0,00)	450 (0,00)	450 (0,00)	450 (0,00)
Coût des minéraux (5)	750 (0,00)	750 (0,00)	750 (0,00)	750 (0,00)	750 (0,00)
Marge Brute (6) = (1-2-3-4-5)	7 020,39 (1 398,43)	8 169,61 (2 053,24)	9 848,47 (2 045,05)	8 020,17 (2 597,97)	6 633,90 (2 086,19)
Amortissement équipement (7)	1 050 (0,00)				
Marge sur charges directes (8) = (6-7)	5 970,39 (1 398,43)	7 119,61 (2 053,24)	8 798,47 (2 045,05)	6 970,17 (2 597,97)	5 583,90 (2086,19)

Les chiffres entre parenthèses dans les colonnes 2 à 6 correspondent aux écart-types de la moyenne par animal.

Une marge sur charges directes positive est nécessaire pour motiver la décision d'investir ou non dans une entreprise. Mais, la maîtrise de coûts de production est capitale pour une amélioration des performances techniques et économiques de l'embouche. L'alimentation constitue la principale contrainte d'intensification de la production de viande en milieu rural Burkinabè. Sur ce plan, cette étude a permis de noter qu'il existe des possibilités de réduction du coût de l'alimentation tout en assurant une amélioration de la rentabilité économique de l'embouche. Le rationnement alimentaire des animaux est une condition nécessaire à l'intensification des productions animales en Afrique en général et au Burkina Faso en particulier. Différentes études antérieures ont évalué les performances techniques et économiques de différents types de rationnement dans des opérations d'embouche en milieu rural au Burkina Faso. Zoundi *et al.*, (1996) sur les ovins Djallonké et par Tiendrébéogo (1992) sur des béliers sahéliens ont montré que l'embouche génère des marges brutes comprises entre 2400 et 5200 FCFA / animal. Dans ces études la complémentation azotée était assurée par des sous-produits agro-industriels, tels que le tourteau de coton et/ou le son de blé cubé qui demeurent fortement taxés (Somda, 2001). Faisant suite à ces études, la présente valorise des compléments azotés localement disponibles dont les prix ne sont pas renchérissés par la fiscalité. Elle a abouti à la même conclusion que l'embouche est techniquement et économiquement rentable. Mieux, elle a montré qu'il est possible de réduire les coûts de production et d'accroître les performances techniques et économiques.

10.3.3.7. Conclusion

La libéralisation de la commercialisation des sous-produits agro-industriels au Burkina Faso a contribué au renchérissement de leurs coûts. Cette situation a des répercussions néfastes sur les performances zootechniques et économiques de la production intensive de viande à travers les techniques d'embouche. Il est apparu nécessaire de développer des technologies adaptées à l'environnement de production et de commercialisation des producteurs.

Cette étude a montré que les ressources alimentaires locales peuvent contribuer à réduire les contraintes posées par la libéralisation des marchés des intrants zootechniques. Deux conclusions majeures peuvent en être tirées. D'abord, l'étude a confirmé la rentabilité technico-économique de la technique d'embouche en milieu paysan, indépendamment des intrants alimentaires utilisés.

La seconde conclusion majeure est qu'il existe des possibilités de faire de l'embouche à moindre coût et qui génère des bénéfices nets plus élevés qu'avec le tourteau de coton. La substitution partielle du tourteau de coton par les gousses d'*Acacia raddiana* et de *Piliostigma*

reticulatum permet d'atteindre ces résultats. Ces ressources sont localement abondantes dans la région du Sahel au Burkina Faso. Mais de nouvelles plantations s'avèreront indispensables si l'exploitation est envisagée à grande échelle.

En définitive, la valorisation des ressources alimentaires localement disponibles dans le développement des techniques améliorées de production de viande constitue une alternative d'intensification de la production dans les pays sous-développés. Leur adoption devrait contribuer à un meilleur développement de l'activité d'embouche.



(1) Béliers sahéliens



(2) Allotement des animaux et suivi - évaluation

Photos 3. Suivi – évaluation des performances des rations d'embouche

Chapitre 11

Discussion générale

11.1. Contribution des aménagements anti – érosifs à l'amélioration de la production fourragère

Les parcours naturels ont toujours constitué la base de l'alimentation animale dans les systèmes d'élevage traditionnel. La production et la gestion fourragère y sont généralement tributaires des conditions naturelles et socio-économiques ; mais il est possible de les améliorer. Les efforts des éleveurs pour l'amélioration de leur système et s'adapter à l'évolution des conditions de production ont déjà été décrits par de nombreux auteurs dont les plus connus sont Toutain et Piot, (1980) ; Reij, (1983) ; Grouzis, (1984) ; Derrier, (1991) ; Hien, (1995). Les résultats de nos travaux de recherche mettent en évidence l'intérêt scientifique et socio – économiques des mesures des mesures d'amélioration et de gestion.

D'une façon générale les résultats de cette thèse indiquent une amélioration durable des principaux paramètres de production fourragère liée aux effets des managements. Les techniques de cordons pierreux, du scarifiage avec ou sans protection, de digue filtrante, et de sous solage ont été expérimentées. Dans l'espace sahélien burkinabè, elles sont les plus représentatives en matière d'amélioration de la production fourragère.

Les paramètres suivis dans l'évaluation de la végétation à savoir la composition floristique, le recouvrement, la valeur pastorale, la production fourragère et la capacité de charge ont été durablement améliorés avec les différents types d'aménagement. Cette amélioration est confirmée par les travaux de Toutain et Piot, 1980 ; Hien, 1995 ; Kessler *et al.*, 1997 qui mettent en évidence l'évolution positive de ces paramètres qui seraient liée à l'amélioration de l'infiltration, de l'enrichissement du sol en sédiments et en matières organiques.

En ce qui concerne le recouvrement dû aux aménagements, l'amélioration varie de 11,3% dans les digues filtrantes en cinq ans à 58% dans les cordons pierreux associés à la protection en six ans. Ces observations corroborent celles enregistrées par ces auteurs qui indiquent que des améliorations de 1,5 à 4,5 fois sont observées dans le recouvrement de la végétation herbacée selon les types d'aménagement et d'unité de végétation.

Sur le plan floristique, il a été observé une augmentation du nombre d'espèces par rapport au témoin traduisant l'effet induit par tous les types d'aménagement. Cette augmentation à l'instar du recouvrement, est liée aux effets de l'humidité, au dépôt de matières organiques, à la rétention des semences, à la réduction des effets de ruissellement qui est particulièrement important au bord des cordons et des sillons de sous solage.

Du point de vue spécifique, certaines espèces ont particulièrement connu une dynamique liée aux aménagements. D'un constat général, celles ayant le plus accru sous l'effet des aménagements sont surtout *Cassia obtusifolia*, *Pennisetum pedicellatum*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Panicum laetum*, *Zornia glochidiata*, *Acacia raddiana*, etc. Les espèces ayant régressé se composent essentiellement de *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, *Brachiaria distichophylla* en raison des conditions écologiques moins favorables à leur installation comme l'on fait remarquer Breman et Ridder, (1991).

L'analyse de la dynamique de la strate herbacée des sites d'investigation indique d'une façon générale un remaniement de la composition floristique dont les principales observations peuvent être ainsi décrites :

- les espèces qui sont apparues avec l'aménagement se caractérisent par une amélioration de leur contribution spécifique sur les unités de végétation étudiées. Elles se composent d'espèces graminéennes et légumineuses hygrophiles. Cependant, il a particulièrement été observé une tendance évolutive avec le type d'aménagement. La différence de la dynamique de la composition floristique en fonction du type d'aménagement concerne particulièrement les graminées et les légumineuses. Les cypéracées et les phorbes et diverses autres espèces malgré leur faible contribution à la composition de la végétation ont été plus fortes sur les sites aménagés par rapport au témoin. Ces espèces sont dans l'ensemble hygrophiles et donc indicatrices des milieux humides, hydromorphes. La forte germination des espèces induite par les aménagements a été rendue possible en raison des conditions favorables créées par les travaux sur le sol d'une part et d'autre part au transport d'autres semences sur les sites aménagés par hydrochorie et anémochorie essentiellement.

- il existe une forte perturbation des espèces dites productrices sur les différents sites étudiés. Ces espèces (*Zornia glochidiata*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, *Brachiaria distichophylla* etc.) sont généralement présentes en forte proportion sur les témoins, mais faiblement représentées sur les sites aménagés. Elles sont en général bien adaptées au milieu dégradé et sont indicatrices des sols dégradés. L'aménagement, ayant créé de nouvelles conditions écologiques et physiques, favorise l'expression des espèces plus exigeantes.

- la valeur pastorale globale des sites restaurés est supérieure au témoin même si dans la plupart des cas les valeurs n'ont pas été significativement différentes. Néanmoins elles présentent les mêmes tendances de dynamique car les paramètres servant au calcul de la valeur pastorale sont la composition floristique et l'indice de qualité des espèces. Les aménagements améliorent donc durablement la valeur pastorale des parcours.

Les différentes observations perçues dans la dynamique de la végétation montrent que les espèces végétales sont spécifiques au site. L'aménagement des unités de végétation devrait prendre en compte ces aspects dans le choix des sites à aménager ainsi que le type d'aménagement même si les contraintes de moyens matériel et financiers existent.

- en plus de la qualité, la production de phytomasse constitue pour l'élevage le facteur essentiel de l'intérêt d'un pâturage. Ce dernier paramètre joue également un rôle important voir essentiel dans la stabilité des écosystèmes des pâturages. En effet, c'est d'elle que dépend la matière organique du sol, principale source de régénération durable. L'accroissement de la phytomasse liée à l'aménagement peut donc être perçu comme un objectif principal dans les processus et les stratégies de régénération des parcours. Des aménagements étudiés, il ressort que l'augmentation de la production fourragère a été améliorée de 1,6 fois sur les parcelles scarifiées par rapport au témoin à 6,4 fois sur le sous solage, durant les périodes de suivis. Pour les cordons pierreux, la protection et les digues filtrantes les productions se sont accrues respectivement de 2,8 ; 2,9 et 3,1 fois. Ces observations corroborent celles trouvées par d'autres auteurs tels que Toutain, (1978) ; Hien, (1995) ; Kessler *et al.*, (1998) ; Kiema et Sanon, (2006) et confirme le rôle d'amélioration durable des pâturages naturels par les aménagements.

Par ailleurs, le processus biologique qui détermine la reconstitution des écosystèmes à régénérer est beaucoup plus long et s'effectue de façon plus progressive que l'ont été le recouvrement, la composition floristique et la production de phytomasse. Selon certains auteurs comme Penning de Vries et Djitèye, (1982), il faudrait au moins vingt ans pour faire passer la teneur organique d'un sol de 1 % à 1,5% avec un apport de plus de 10 tonnes de phytomasse sèche par an. Cela s'est traduit dans nos résultats de recherche par les faibles niveaux de différence des compositions chimiques du sol entre les parcelles aménagés et les témoins. Des différences plus significatives ont cependant été constatées en ce qui concerne les caractéristiques physiques. Dans les conditions de production de nos aménagements et eu égard aux impacts d'exploitation pastorale, les sites étant ouvert à la pâture, ce temps devrait être encore plus long. L'amélioration des productions constatées révèle que les sols dégradés sont tout de même munis suffisamment de qualité chimique pour réaliser de bonnes productions fourragères comme l'ont déjà fait remarquer Roose, (1981) ; Hien, (1995) dans la région sub sahélienne; les principaux obstacles à la production à court et moyen terme sur le témoin sont surtout liés à la qualité physique des sols.

Lorsqu'on considère les parcours naturels du Sahel, il ressort que les différentes unités de végétation répondent différemment aux effets des aménagements. Ainsi, il ressort que les formations des steppes à épineux des étendues non gravillonnaires qui représentent près de

50,06% du territoire se prêtent mieux aux aménagements en sous solage. Les digues filtrantes seraient beaucoup plus intéressantes sur les formations des dépressions et bas-fonds qui ne représentent que 3,69%. Les cordons pierreux seraient surtout envisagés sur les formations des steppes et savanes associées aux zones de collines et reliefs (26,64% des superficies) et sur les formations des steppes arbustives à graminées des dunes fixées et ensablement (16,86% du territoire). Mais des associations de technologies de cordons pierreux et sous solage ou avec scarifiage peuvent être envisagées comme dans le cas de Yacouta pour accroître la productivité. Des résultats de cette étude, il apparaît que la qualité pastorale et la production de phytomasse des parcours sahéliens peuvent être améliorés de 2 à 3 fois par rapport à son niveau actuel (Toutain et Piot, (1980) ; Kiema et Sanon, 2006). En tenant compte des niveaux de charges réelles actuelles dans la région décrites par Toutain, (1994), Kiema et Sanon, (2001), Kiema, (2002), la capacité de charge écologique peut être nettement résorbée dans certaines régions avec les travaux d'aménagement.

Cependant dans la réalité, la restauration des pâturages naturels doit relever d'une volonté commune des populations rurales particulièrement des premiers usagers, agro pasteurs et pasteurs. Selon Derrier, (1991), cette volonté doit être mobilisée autour d'objectifs bien précis. Les technologies à appliquer ne représentent en fait qu'un aspect de la régénération parmi d'autres considérations dont les plus importantes sont entre autres :

L'accompagnement de la régénération par l'amélioration des pratiques d'exploitation traditionnelle des ressources fourragères qui se caractérisent généralement par le surpâturage de certaines zones. Les travaux de Ouédraogo, (1991) sur les systèmes d'élevage au Sahel ont clairement mis en évidence que les populations du Sahel avaient longtemps accumulé de mauvaises pratiques qui constituaient souvent les premières causes de la dégradation. Elles doivent donc consentir à lever ce handicap à travers notamment l'interdiction ou la réglementation de l'accès aux périmètres aménagées. Dans le même temps travailler à mieux utiliser ou valoriser d'autres ressources par la création harmonieuse des points d'eau d'abreuvement, l'organisation de la mobilité du bétail (à l'intérieur du terroir tout comme entre différentes régions pastorales), le destockage des animaux peu productifs (femelles de reformes, mâles adultes) et intensifier les productions animales sur les effectifs restants par une meilleure utilisation des fourrages produits (embouche, lait).

La conduite des réalisations des technologies devrait également être accompagné par la maîtrise du choix des sites d'exécution et la gestion des ressources fourragères à produire. Cela permet d'élaborer pour les parcelles sur plusieurs années des règles bien établies d'utilisation des fourrages. La communalisation du Burkina Faso et l'existence des CVGT et des règles internes

de gestion des terroirs avec différentes commissions de gestion de l'espace rendent possible de telles entreprises.

Un autre aspect important dans l'accompagnement des technologies de restauration des parcours réside dans la maîtrise du choix des techniques. Les différentes techniques se prêtent différemment à la production en fonction des types de sol. De plus comme cela a déjà été décrit plus haut, la variation de la composition floristique, la valeur pastorale et les niveaux de production de phytomasse sont fonctions de la technique utilisée. Ainsi l'action de restauration devrait prendre en compte la priorisation des actions (la réduction de l'érosion du sol, l'ensemencement ou le reboisement avec les espèces adaptées).

Enfin les actions d'aménagement devraient pouvoir bénéficier de la protection temporaire des parcelles aménagées sur un temps suffisant qui permette la régénération progressive de la végétation attendue comme cela a été mis en évidence dans les travaux antérieurs de Kessler *et al.*, (1998) et Kiema, (2006). Au moment de l'exploitation, les conditions pour une utilisation durable des parcelles devraient par ailleurs être réunies afin d'éviter une nouvelle dégradation des espaces restaurés.

Par ces essais, les résultats montrent que l'amélioration des pâturages par les techniques requiert en outre une approche participative pour la gestion fourragère. De nouvelles recherches sur l'amélioration des pâturages devraient surtout s'appesantir sur l'impact de la recherche participative dans l'amélioration des parcours.

11.2. Impact des modes d'exploitation

A l'échelle du temps d'observation de ces travaux (quatre années de suivi), les résultats des effets de la pâture et la fauche sur la dynamique de la végétation indiquent que l'impact de la pluviométrie sur la production de phytomasse et la composition floristique est très importante. Dans le cas des expériences de nos essais, les effets de la fauche et la pâture avant la période de fructification sur la dynamique de la phytomasse s'est traduit par une réduction respective à hauteur de - 34,8 % et - 33,7%. Dans le cas de la mise en défens absolu l'évolution s'est plutôt traduite par une augmentation de la production de + 27,9% tandis que pour la fauche après fructification et la pâture en toute saison, les variations ont été respectivement de - 1,4% et - 17,4%. De façon spécifique, cette dynamique se caractérise par un fort développement des dicotylédones (exemple de *Cassia obtusifolia*) particulièrement sur les parcelles pâturées en toute saison au détriment des graminées où ils représentent près de 20 à 60% des productions totales. Ces variations corroborent celles décrites par Hiernaux et Turner, (1996) qui indiquent

qu'avec une charge modérée au Sahel, le piétinement et le prélèvement fourragers ne peuvent réduire la production de phytomasse au-delà de 50% sur une période court terme.

Les effets sur la composition floristique ont également été importants sur les parcelles. En ce qui concerne la pâture en toutes saisons et celles exploitées (fauche et pâture) avant dissémination, la diversité floristique a été réduite de -14,8%, - 40% et - 29,0%. Cependant sur la parcelle faisant l'objet d'exploitation au stade pailleux et sur la mise en défens absolue, il a été constaté une augmentation du nombre d'espèce de + 3,5% et + 2,9% respectivement.

Dans le cas des essais de la fauche associée à la fertilisation la dynamique de la végétation a été très intéressante particulièrement pour la production et la qualité fourragère. La production de la phytomasse avec NPK + urée s'est accrue durant les quatre années de suivi et ne s'emble pas avoir subit les impacts de la fauche. Elle s'est même traduite par une argumentation de 45% à 168% par rapport à la production de la première année en fonction de la variation de la pluviométrie. L'apport du Burkina phosphate, avec un niveau d'accroissement de la production en dépit de la fauche de + 15,9 à 62%, permet de maintenir le niveau de production à la même situation que le témoin absolue (augmentation de la production de phytomasse de 14 % à 55 %) pour des pratiques d'exploitation à court terme. Cependant dans le cas de la fauche sans aucun apport, la réduction interannuelle de la production varie de - 14,6 % à - 25,3% entre la deuxième année et la quatrième par rapport à la production initiale.

La dynamique de la composition spécifique s'est caractérisée par une réduction voire disparition de certaines espèces fourragères d'excellentes qualités (*Alysicarpus ovalifolius*, *Brachiaria distichophylla*) et une augmentation d'autres (*Zornia glochidiata*, *Aristida adscensionis*, *Schoenefeldia gracilis*) en fonction des traitements. Sur les parcelles traitées au NPK + urée, les graminées se sont particulièrement développées tandis que sur les parcelles traitées au Burkina Phosphate, les légumineuses ont été les plus favorisées et confirment les tendances des observations faites par Breman et Ridder, (1991), et Bayer et Waters-Bayer, (1999). Les résultats de ces essais suggèrent que dans la décision du mode de production et d'exploitation des fourrages, les producteurs devraient surtout tenir compte des facteurs économiques de rentabilité associés à la durabilité des ressources fourragères. Cette rentabilité prend surtout en compte les principaux objectifs de productions (lait, viande, fumier, traction animales, ventes sur pieds, besoins des obligations sociales), de durabilité de la disponibilité des ressources fourragères ou même d'assurance de la survie des animaux durant la saison sèche.

De ces variations de la végétation liées aux effets de l'exploitation par la fauche et la pâture, les conclusions indiquent que les milieux productifs du Sahel présentent de grandes variabilités liées à la station et au climat. Cependant d'une façon générale les conclusions des

observations indiquent que pour l'exploitation des pâturages naturels, la fauche ou la pâture avant dissémination doivent être succédées de celle après dissémination ou de repos partiel tous les trois ans au moins. A l'instar des sites aménagés avec les techniques d'amélioration des pâturages, les sites de fauche peuvent bénéficier de gestion. Cependant des recherches – actions et participatives sur la gestion des parcours afin de mieux étayer ces résultats et montrer l'applicabilité doivent être envisagées. Des expériences réussies menées par des pasteurs du nord – est Mali se sont avérées intéressantes (Bayer et Waters-Bayer, 1999). Tout comme les techniques d'amélioration des parcours, l'exploitation (fauche et pâture) doit bénéficier de la recherche – action sur la gestion à des échelles locales. Lors de ces actions les agents de la recherche et des services de développement devraient être simplement présents pour suivre les effets et apporter leur soutien en cas de nécessité. La conduite de telles démarches peut être accompagnée par des travaux d'exploitation valorisant des ressources fourragères locales spécifiquement intéressantes.

11.3. Valorisation des productions fourragères

La substitution partielle des fourrages locaux (fanés de niébé, fanés et gousses de *Cassia obtusifolia*, gousses de *Piliostigma reticulatum*, et d'*Acacia raddiana*) par les aliments hors ferme s'est traduite par une amélioration des productions animales et de leurs rentabilités. Cela s'explique par une bonne qualité des ressources fourragères locales, une meilleure utilisation par les animaux et les prix de revient faibles. Ces résultats vont dans le même sens que les indications données par Ouédraogo *et al.*, (2000) ; Ouédraogo *et al.*, (2004) ; Zoundi, (1996) ; Zoundi, (2005) qui montrent une efficacité des ressources locales dans la substitution des tourteaux de coton et du son local dans l'alimentation ovine.

Dans le cas des travaux d'embouche ovine conduits avec *Cassia obtusifolia*, la supériorité de la consommation des matières sèches des rations de substitution a été constatée. Pour les rations utilisant cette espèce, les matières sèches ingérées ont été de 93,1 g/j/kgP^{0,75} les rations de témoins et 97,7 g/j/kgP^{0,75} pour les meilleures rations de substitution. Dans le cas des gousses de ligneux les rations témoins ont montré des niveaux d'ingestion de 75,3 g/j/kgP^{0,75} contre 89,8 g/j/kgP^{0,75} pour les rations de substitution. Ces tendances montrent que les animaux disposent de meilleures capacités d'utilisation des ressources fourragères locales. Les compositions chimiques des aliments collectés se sont effectivement révélées très intéressantes pour *Cassia obtusifolia* (17,11% de MAT et 0,59 UF), les gousses de *Piliostigma reticulatum* (9,78% de MAT et 0,75 UF), gousses d'*Acacia raddiana* (13,82% de MAT et 0,84 UF) et les fanés de niébé (12,69% de MAT et 0,75 UF) comparativement au tourteau de coton (27,23% de

MAT et 0,84 UF). L'expression des performances zootechniques a montré que la substitution des fourrages locaux a été valorisante avec *Cassia obtusifolia* (97,4 à 105,2 g/j/animal de GMQ) par rapport à la ration témoin utilisant uniquement les tourteaux de coton (56,6 g/j/animal de GMQ). Pour les gousses de ligneux et les fanes de niébé, les résultats indiquent les mêmes tendances avec des rations de substitution de 139,5 à 162,1 g/j/animal de GMQ et 140,3 g/j/animal pour la ration de référence appelée témoin. Les performances zootechniques associées aux coûts réduits des aliments de substitutions ont permis de dégager une rentabilité intéressante pour des types de rations valorisant ces ressources fourragères. Il a été démontré effectivement que dans l'essai avec *Cassia obtusifolia* les marges sur charge directes ont été de 6985,7 à 8269,0 FCFA par animal embouché pour les meilleures rations de substitution et 2633,6 FCFA pour la ration témoin. Dans le cas de l'utilisation des ligneux et des fanes de niébé, les rations testées ont permis d'engranger par animal 6970,2 à 8798,5 FCFA contre 5970,4 FCFA pour le témoin.

Les différentes techniques d'amélioration et de gestion des pâturages naturels tout comme les rations de substitution utilisant quelques ressources fourragères ont permis de démontrer la diversité des possibilités d'amélioration de l'élevage dans le Sahel burkinabè. Mais ce qui importe très souvent c'est surtout les insuffisances des conditions de leur valorisation en raison du faible pouvoir financier des populations sahéliennes comme l'on fait remarquer Derrier, (1991) ; Zoundi, (2005). L'adoption des techniques de production exige un certain niveau de moyen financier (confection des diguettes ; les sous solages, les digues filtrantes, etc.), ce qui est particulièrement difficile pour les populations du Sahel dont la plupart se composent de petits exploitants à faible niveau de revenus. Des modèles de développement local en cours dans la région et qui accordent une plus grande responsabilisation de la population (Programmes de Développement Local, associations) peut offrir des conditions favorables de résolution en vue d'une meilleure application des différentes techniques. De plus en plus il serait intéressant que les promoteurs des techniques (services techniques, projet, ONG) développent des formules participatives de gestion afin de créer des meilleures conditions de leur pérennisation. Dans le cadre de la décentralisation, les facteurs nationaux au niveau institutionnel, politique et socio – culturel (État, Commune rurale, Association, etc.) qui interviennent au niveau local devrait également être intimement associés afin de contribuer à développer des pratiques qui s'accommodent à une meilleure participation des principaux usagers des pâturages naturels.

Conclusions générales et perspectives

Au terme de cette étude, les principales conclusions font ressortir plusieurs enseignements nécessaires à l'amélioration et à la gestion de la production fourragère.

Les ressources fourragères soumises à de fortes exploitations sont en dégradation. La dégradation de ces ressources et les principales causes sont bien connues des producteurs qui se mobilisent pour minimiser les effets négatifs sur les systèmes de production pastorale à travers essentiellement la construction d'ouvrages anti – érosifs. L'ampleur des réalisations reste toujours cependant modeste voir très faible par rapport aux besoins et n'est pas pour l'instant à même d'induire des augmentations de production fourragère significatives à l'échelle des terroirs.

Les effets des techniques de régénération sur la production sont par contre effectifs. Ils se caractérisent essentiellement par une amélioration des valeurs pastorales et une augmentation significative de la production fourragère. Cette étude montre que la production fourragère des pâturages naturels du Sahel dont la plupart sont de faible productivité peut être améliorée de 61 à 87% en fonction du type d'aménagement. Cette amélioration permet de relever sensiblement la capacité de charge dont les charges réelles sont pratiquement doublées dans plusieurs régions. De plus, en matière de coût de production, les aménagements constituent une activité rentable qui peut être utilisée comme des outils d'investissement à court, moyen et long terme. Cependant, la mise en œuvre rencontre des problèmes de prise en charge liés essentiellement au coût de réalisation de la plupart des techniques actuellement vulgarisées qui sont au dessus du niveau maximum du pouvoir financier des populations. Des modèles ou stratégies de prises en charge doivent donc être développées pour les accompagner dans la mise en œuvre et / ou la réalisation des ouvrages.

L'impact de l'exploitation sur la dynamique des ressources fourragères est bien perçu par les producteurs qui recherchent de plus en plus des solutions d'organisation et de gestion durable. De façon spécifique, l'étude a montré que la vitesse de dégradation du pâturage due à la fauche avant dissémination est plus rapide que la pâture.

Actuellement, avec la décentralisation et la mise en place des comités de gestions villageoises des terroirs et des plans de gestion des terroirs, l'aménagement et la gestion des zones pastorales apparaissent plus que jamais nécessaires. Ce document fourni des outils aux producteurs pour l'élaboration, la planification et le suivi de la production des ressources fourragères au Sahel. Il montre également que ces ressources sont de très bonne qualité et certaines disposent de potentialités insoupçonnées à même d'améliorer significativement le revenu des producteurs à

travers une bonne valorisation et une substitution des produits généralement importés pour la production animale semi – intensive ou intensive. En effet, la valorisation de *Cassia obtusifolia*, les gousses de *Piliostigma reticulatum* et d'*Acacia raddiana* sont à même de permettre aux producteurs d'accroître la rentabilité de l'élevage en résolvant jusqu'à 50% les problèmes de disponibilité des concentrés modernes importés depuis les régions Ouest situées à plus de 600 km du Sahel.

Les résultats des investigations fournies par cette étude viennent en complément aux observations déjà effectuées dans le plateau central et dont la plupart se sont intéressés aux zones agricoles. Par ailleurs, des investigations sur d'autres techniques tels le reboisement, les travaux d'ensemencement n'ont pu être abordés. Des observations supplémentaires doivent encore être poursuivies pour confirmer les tendances de certaines données obtenues et enrichir les connaissances sur les techniques n'ayant pas fait l'objet d'investigation. Ainsi, le suivi de la dynamique de la végétation sous l'effet de la fauche et la pâture des sites aménagés doit être poursuivi pour vérifier et confirmer la durabilité des techniques d'aménagement. Des suivis sur la dynamique de la qualité des sols et des fourrages doivent également faire l'objet d'investigation pour confirmer les tendances dans le temps et contribuer à la mise au point de modèles ou stratégies d'aménagement, d'exploitation et de gestion des pâturages au niveau régional, des bassins versants et/ou des terroirs villageois. Des observations analogues doivent s'étendre en zones soudano – sahélienne et soudanienne où la dégradation des sols est également importante et la concurrence entre l'agriculture et l'élevage de plus en plus forte. Dans cette dynamique, les espaces les plus dégradés sont toujours réservés à l'élevage et les meilleurs à l'agriculture.

Références bibliographiques

Abbadie L. et Lensi R. 1990. Carbon and nitrogen mineralization and denitrification in a humid savana of West Africa (Lamto, Côte d'Ivoire). *Acta Oecologica*, 11: 717-728

Akpo L. E. et Grouzis M., 2000. Valeur pastorale des herbages en région soudanienne, le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal. *Tropicultura*, 18. 1, 1-8

Akpo L. E., Masse D. et Grouzis M., 2002. Durée de jachère et valeur pastorale de la végétation herbacée en zone soudanienne au Sénégal. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays tropicaux*, 55 (4) 275 – 283

Balesdent J, Pétraud J-P, Feller C. 1991. Effets des ultrasons sur la distribution granulométrique des matières organiques des sols. *Science du sol*, 29 (2): 95-106

Bayer W. et Waters-Bayer A., 1999. La Gestion des Fourrages. CTA, GTZ, GmbH Eschborn, Allemagne ; 209 p.

Boudet G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Ministère de la coopération et du développement : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT); Collection manuels et précis d'élevage (deuxième édition), France, 266 p.

Boughton, D., Crawford, E. Krause, M. et Henry de Frahan, B. 1990. Economic analysis of on-farm trials: A review of approaches and application for research program design. Staff Paper 90-78, Department of Agricultural Economics, Michigan State University.

Bougouma V., Nignan M., Kiema A., 2001. Contribution à l'étude de la commercialisation des fourrages au Burkina Faso. Institut de l'environnement et de recherches agricoles. Département production animale (INERA / DPA), 60 p.

Bougouma-Yaméogo, V., Nianogo A. J., Somda J., 2002. Rentabilité économique et adoption de la technologie de l'emboûche ovine au Burkina Faso. SADAOC; document de travail N° 022 ; 24 p.

Bray, R. H. et Kurtz, L. T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, 59: 39–45

Breman H. et Ridder N.D., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. ACCT-CTA-KARTALA, 485 p.

Claude J., Grouzis M. et Milleville P., 1991. Un espace sahélien : la mare d'Oursi (Burkina Faso). Éditions de l'ORSTOM, Paris, France, 241 p.

Compaoré A., Loflo M., 1999. Étude sur l'identification et la mise en perspective de la dynamique de développement pour le compte du projet transfrontalier de conservation de la biodiversité du Gourma malien et du Sahel burkinabè. MEA, DGEF, Burkina Faso, 65 p.

Daget P. et Poissonet J. 1971. Une méthode d'analyse phytosociologie des prairies. Critères d'application *Ann. Agron.* 22 (1) : 5-41

Daget P. et Poissonet J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Revue Fourrages*, 46: 31- 39

De Wispelaere G., 1990. Dynamique de la désertification au Sahel du Burkina Faso. Cartographie de l'évolution et recherche méthodologique sur les applications de la télédétection. Cons. Arts et Métiers. Paris, Mémoire pour le diplôme d'ingénieur. CNAM, 346 p.

De Wispelaere G. et Toutain B., 1976. Estimation de l'évolution du couvert végétal en 20 ans consécutive à la sécheresse dans le Sahel voltaïque. Paris, rev. Photo-interprétation, 1976 : 3/1 15 (3) fasc. 2-8-18

Demarquilly C., Andrieu J., Sauvant D., Dulphy J.P., 1978. Composition et valeur nutritive des aliments. In : Alimentation des ruminants, Ed. INRA Publications, 469-518

Derrier J. F., 1991. Conservation des sols et des eaux et ressources locales au Sahel. Enseignements et orientations A partir des expériences du Burkina Faso et du Niger. Service d'infrastructures et de travaux ruraux / Bureau international du Travail ; Genève, 103 p.

DRED, 2003. Schéma Régional d'Aménagement du Territoire du Sahel, 1998 – 2025. Rapport final, Direction régionale de l'économie et du développement du Sahel (DRED – Sahel). Burkina Faso : Ministère de l'environnement et du cadre de vie / Conseil national de l'environnement et du développement durable / Programme Sahel Burkinabè / (BF/MECV/CNEDDPSB); 294 p.

Feller C. 1994. La matière organique dans les sols tropicaux à argile : Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Doct. ès Sci. Nat., Univ. Louis Pasteur. Strasbourg: 393 p.

Feller C., Albrecht A. et Tessier D. 1996. Agregation and organic matter storage in kaolinitic and smectitic tropical soil. Structure and organic matter in agricultural soils. *Advances in soils sciences*: 309-359

Fontes J. et Guinko S., 1995. Carte de la végétation et l'occupation du sol du Burkina Faso. Ministère de la coopération française. Projet Campus, 66 p.

Gaston A. et Botte F., 1971. Étude agrostologique de Tin Arkachen (république de Haute Volta) France : Ministère de l'agriculture et de l'élevage. Maison Alfort, IEMVT, Étude Agrostologique n°51 ; offst, 146 p.

Grouzis M., 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). *Thèse de doctorat d'État es-science*, Université de Paris-Sud. ORSTOM, Paris, *Études et thèses*, 336 p.

Guinko S., 1984. Végétation de la Haute - Volta. Thèse de Doctorat ès Science Naturelles, Univ. Bordeaux III, 2 vol., 394 p.

Hien F.G., 1995. La régénération de l'espace sylvo-pastoral au Sahel : Une étude de l'effet des mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. Document sur la gestion des ressources tropicales n°7, université de Wageningen, 194 p.

- Hiernaux P., Noël Le Houérou, 2006.** Les parcours du Sahel. Sécheresse Vol. 17, n° (1-2) : 51-71
- Hiernaux P., Turner MD. 1996.** The effect of the timing and frequency of clipping on nutrient uptake and production of Sahelian annual rangelands. *J Appl Ecol*, 33: 387 – 399
- Hiernaux P., Gérard B., 1999.** The influence of vegetation pattern on the productivity, diversity and stability of vegetation: The case of ‘brousse tigrée’ in the Sahel. *Acta Oecologica*; 20 : 147 - 158
- IEMVT, 1987.** Élevage et potentialités pastorales sahéniennes. Synthèses cartographiques, Burkina Faso, CTA, Wageningen, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire tropicale (IEMVT), Maisons-Alfort, 28 p.
- INSD, 1997.** Recensement général de la population et de l'habitat du Burkina Faso (du 10 au 20 décembre 1996). Population résidente des départements et provinces du Burkina Faso. Résultats définitifs BKF/RGPH 96/vol 02 ; 1-12
- ISO 11261, 1995.** Soil Quality – Determination of total nitrogen – Modified Kjeldahl method. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland; 4 p. (available at www.iso.ch)
- ISO 11277, 1998.** Soil Quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material –Method by sieving and sedimentation. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. 30 p. (available at www.iso.ch)
- Jalloh B., 2004.** Impact des aménagements anti – érosifs sur les productions fourragères et le bilan des nutriments au Sahel. Mémoire de fin d'étude IDR, UPB, Burkina Faso, 103 p
- JALDA – DORI, 2000.** Étude pour le développement des techniques destinées aux mesures de lutte contre la désertification. Rapport final, Burkina Faso, 228 p.
- Kaboré – Zoungrana C. Y., 1995.** Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et des ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits du Burkina Faso. Thèse doctorat d'État es Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 224 p.
- Kaboré D., Kambou F., Dickey J., et J. Lowenberg-DeBoer, 1994.** Économie des cordons pierreux, du paillage et du zaï dans le nord du plateau central du Burkina Faso : une prospection préliminaire. In *Recherche Intégrée en Production Agricole et En Gestion Des Ressources Naturelles : ARTS ; Burkina Faso.* Purdue University et Winrock International, 72 – 89
- Kalkoumbo G., 1994.** Performances zootechniques et rentabilité de l'engraissement des moutons Mossi avec des compléments alimentaires locaux au Burkina Faso. Mémoire de MSc, IMTA, Belgique ; 82 p.

Kambou N.F., Taonda S.J.-B., Zougmore R., Kaboré B. et Dickey J., 1994. Effet des pratiques de conservation des sols sur l'évolution de la sédimentation, des états de surface et des rendements de mil d'un site érodé à Yilou, Burkina Faso. *In* : Recherche intégrée en production agricole et en gestion des ressources naturelles : Projet d'appui à la recherche et à la formation agricoles (ARTS), 1990 – 94 ; J. L. DeBoer, J.M. Boffa, J. Dickey, E. Robins. Purdue University et Winrock International : Rapport technique, 49 - 59

Kessler J.J., Slingerland M.A., Savadogo M., 1998. Regeneration of sylvopastoral lands in the Sahel zone under village management conditions. *Land Degradation & Développement*, 9, 95 - 106

Kiema A., Drabo B. Z., Dembélé O., Ramdé T., Maïga A., 2005. Étude sur les trames pastorales dans la zone d'intervention de l'unité de conservation de la faune du Sahel. MECV, PAGEN/UCFS, Burkina Faso ; 100 p.

Kiema A., 1994. Étude des petits ruminants dans trois systèmes d'élevage traditionnel en zone soudano – sahélienne : paramètres zootechniques et utilisation des espaces pastoraux par le bétail ; mémoires d'ingénieur de fin d'étude IDR, Université de Ouagadougou, Burkina Faso ; 127 p.

Kiema A., 2002. Ressources pastorales et leurs modes d'exploitation dans deux terroirs sahéliens du Burkina Faso. Mémoire de DEA en gestion intégrée des ressources naturelles, IDR, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso ; 66 p.

Kiema A., Drabo B., Traoré A., Samandougou Y., 2004. Étude d'impact des activités de conservation des eaux et des sols de l'ONG Intermon OXFAM. ONG Intermon OXFAM, 67 p.

Kiema A., Ouédraogo T., Nianogo A.J. et Sanou S., 2001. Effets des cordons pierreux et du scarifiage sur la régénération des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso. *Revue Science et Technique, Série Science Naturelle et Agronomie, volume 25, n°2 :99-113*

Kiema A. et Sanon A. O., 2001. Étude des potentialités agro-sylvo-pastorales d'un territoire test comme base de réflexion pour la gestion des ressources naturelles en région sahélienne du Burkina Faso. *Rev. Sci. et tech.* Vol. 25; 117 - 131

Kiema A. et Sanon A. O., 2006. Régénération des pâturages naturels en région sahélienne par le labour et l'ensemencement d'*Alysicarpus ovalifolius*. *Cahiers Agricultures* vol. 15, n°5, 417 - 424

Kinane L. M., 2002. Analyse économique des déterminants de l'adoption des techniques d'aménagements de Conservation des Eaux et des sols au Yatenga : Cas des cordons pierreux et du Zaï. Mémoire de fin d'étude IDR, UPB, Burkina Faso, 80 p. (+ annexes).

Le Bourgeois T., Merlier H., 1995. Adventrop. Les adventices d'Afrique soudano – sahélienne. Montpellier, France, CIRAD-CA éditeur, 640 p

Levang P., 1978. Biomasse herbacée de formations sahéliennes. Étude méthodologique et application du bassin versant de la Mare d'Oursi. DGRST/ORSTOM, ACC. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, 34 p+ annexes.

- MARA, 1999.** Les statistiques de l'élevage au Burkina Faso, année 1998; SSA-EE/DEP; MRA, Ouagadougou, Burkina Faso, 113 p.
- MRA, 2004.** Deuxième Enquête Nationale sur les Effectifs du Cheptel (ENEC II). Résultats et analyses. Rapport d'enquête tome II ; Ouagadougou, Burkina Faso, 85 p.
- ORSTOM, 1969.** Étude pédologique de la Haute Volta. Rapport général de synthèse, 30 p.
- Ouattara B., Serpentié G., Hien V., Bilgo A., Ouattara K. et Lompo T. 1998.** États physico chimiques des sols cultivables en zone cotonnière du Burkina Faso. Effets de l'histoire culturelle et du type de milieu. *Agronomie* : 31 p.
- Ouédraogo D., 2004.** Caractéristiques de l'embouche ovine en région sahélienne de l'embouche ovine en région sahélienne du Burkina Faso : cas du terroir de Katchari. Mémoire de fin d'étude ENESA, 34 p.
- Ouédraogo T., 1991.** Les systèmes de production dans le Sahel Burkinabè. INERA – Dori ; 67 p.
- Ouédraogo T., Kiema A., Kafando A., Kaboré D., Ouédraogo B., 2004.** Alimentation des animaux dans la province du Soum. INERA / PDES II, 26 p.
- Ouédraogo T., Kiema A., Ouédraogo B., Kafando A., Sanou S., 2005.** Caractérisation des ressources fourragères de la province du Soum, INERA – PDES II, 46 p.
- Ouédraogo T., Sawadogo L., Kiema A., Sanou S., Soubeiga P., 2000.** Valorisation des produits ligneux dans l'alimentation des ruminants. Le concentré de gousses d'*Acacia raddiana*. PPR – DPA / INERA, 6 p.
- Penning de Vries, F.W.T. et Djitéye M.A. (Eds.), 1982.** La productivité des pâturages sahéliens, une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle, Agric. Res. Rep. 918, Pudoc, Wageningen, 525 p.
- Pinde S., 2002.** Caractérisation de la coupe, la conservation et la commercialisation du fourrage dans les provinces du Séno et du Yagha, Mémoire de fin d'étude IDR / UPB, Burkina Faso, 83 p.
- PSB, 2003.** Rapport annuel d'activité 2002 du Programme Sahel Burkinabè. Cellule Suivi – Évaluation, Coopération allemande au développement (PSB/GTZ), Burkina Faso ; 33 p.
- Ranjhan S.K., Gupta B.S and Chhabra S.S., 1971.** Chemical composition and nutritive value of a summer legume, chakunda (*C. tora* Linn) hay with special reference to metabolisable energy for sheep. *Indian Journal of Animal Health*, 10(2), 217-221
- Reij C., 1983.** L'évolution de la lutte anti érosive en Haute Volta depuis les indépendances vers une plus grande participation de la population. Institut for Environmental Studies Free University ; Amsterdam, 84 p.
- Ridder N. de, Stroosnijder et A.M. Cissé, 1982.** La productivité des pâturages sahéliens. Textes du Cours PPS : Tome 1, Théorie, Univ. agronomique, Wageningen, 237 p.

Roose E., 1981. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique de l'Occidentale. Étude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques des matières sous végétations naturelles ou cultivées. Thèse Doc. Es Sciences, Univers. D'Orléans. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 130, Paris ; 159 p.

Sanou S., 1996. Étude des sols et de leurs potentialités pastorales au Sahel burkinabè : Cas de la zone de KATCHARI. Mémoire de fin d'étude, Institut du développement rural (IDR), Ouagadougou, Burkina Faso, 103 p.

Scheffe H., 1959. *The analysis of variance*. Wiley, New York.

Sicot M. et Grouzis M., 1981. Pluviométrie et production des pâturages naturels sahéliens. Étude méthodologique et application à l'estimation de la production fréquentielle du bassin versant de la Mare d'Oursi, Haute – Volta. ORSTOM, Ouagadougou, Burkina Faso, rapport multigr., 33 p.

Silver W., Neff J., McGroddy M., Veldkamp E., Keller M. et Cosme R. 2000. Effects of soil texture on belowground carbon and nutrient storage in a lowland amazonian forest ecosystem. *Ecosystems*, 3: 193-209

Somda J., 2001. Performances zootechniques et rentabilité financières des ovins en embouche au Burkina Faso ; *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* ; 5 (2), 73 – 78

Thébaud B., 1998. Étude sur l'économie des ménages dans les régions de Gorgadji et de Dori – Ouest. Ministère de l'environnement et de l'eau ; secrétariat permanent du conseil national pour la gestion de l'environnement (MEE – SP / CONAGESE), 77 p.

Tiendrébéogo J. P., 1992. Embouche ovine améliorée : étude comparée de différentes rations alimentaires à forte proportion de fourrages naturels locaux. *Rev. Sci. et tech.* 20, 2 : 68 – 78

Toutain B., 1978. Étude des effets de la mise en repos temporaire de quelques formations végétales sahéliennes dégradées sur leur évolution. Rapport de campagne (résultats de la première année d'essais). ACC. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute Volta), Institut d'élevage et de médecine vétérinaire tropicale (IEMVT) ; 67 p.

Toutain B. et Piot J., 1980. Mise en défens et possibilité de régénération des ressources fourragères sahéliennes. Études expérimentales dans le bassin versant de la Mare d'Oursi. Haute –Volta : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire tropicale (IEMVT), 156 p.

Toutain B., 1994. Les potentialités pastorales du nord du Burkina Faso. In : ‘‘Les pâturages sahéliens de l'Afrique de l'Ouest’’, GASTON A. et LAMARQUE G., Wageningen, Pays Bas. 65 - 84

Toutain B., De Wispelaere G., 1978. Étude et cartographie des pâturages de l'ORD du Sahel et de la zone de délestage au Nord – Est de Fada N'Gourma. Haute –Volta : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire tropicale (IEMVT) Maison – Alfort. T I. Les pâturages naturels et leur mise en valeur, 134 p. (Annexes). T II. Les plantes, écologie, noms vernaculaires, intérêt fourrager, 120 p. (Annexes). T III. Cartographie, 239 p. (Annexes). (3 cartes à 1 / 1 000 000, 5 cartes en 15 feuilles à 1 / 200 000).

Trochain J. L., 1957. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale ; Brazzaville, Bull. IEC. Vou. Ser. 13-14 :055-93

UNSO, 1991. Situation socio-économique du département de SEBBA (Province du SENO). Éléments d'analyse et de proposition d'une stratégie d'initiation en aménagement de terroirs pour les projets UNSO, PSB/PDIS, 180 p.

Véga R., 2002. Effets de la fauche sur la dynamique annuelle et la productivité des pâturages sahéliens. Institut d'écologie, université de Lausanne, Suisse ; 52 p.

Vokouma J. P., 1998. Enquêtes sur les activités de fauche et de conservation du fourrage dans les villages à système d'élevage agro pastoraux sahéliens : cas des villages de Lelly et Mansila. Rapport de fin cycle, École nationale d'élevage et de santé animale (ENESA), Ouagadougou ; 45 p.

Walkley A. et Black I. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed chronic acid titration method. Soil Science 37: 29-38

Yoni M., 2005. Contribution à l'étude de la dynamique de la matière organique du sol des jachères à *Andropogon gayanus* de Bondokuy, Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Univ. Ouagadougou, 139 p.

Zongo G., 1999. Évaluation des impacts Socio-économiques des cordons pierreux et des digues filtrantes dans la province du Yagha. Mémoire de fin d'étude, Institut du développement rural (IDR), Université polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 56 p.

Zougmore R., Mando A., Stroosnijder L., Guillobez S. 2004. Nitrogen flows and balances as affected by water and nutrient management in a sorghum cropping system of semiarid Burkina Faso. Field Crops Research 90 : 235–244

Zoundi J. S., 2005. Système d'alimentation des ruminants au sein des exploitations mixtes agriculture – élevage du plateau central du Burkina Faso. Thèse de Docteur ès Science, UFR : Science de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou, Burkina Faso ; 183 p.

Zoundi J. S., Nianogo A. J., Sawadogo L. 1996. Utilisation de gousses de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et de feuilles de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. En combinaison avec l'urée pour l'engraissement des moutons Djallonké type Mossi et du Sud au Burkina Faso. Tropicicultura; 14 (4) 149 – 152

ANNEXES

Annexe 1.1. Liste floristique des espèces herbacées recensées sur les sites d'observation des pâturages

ESPECES	Familles	Indice qualité	Forme biologique	Appétibilité
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Compositae	0	Herbacé annuelle	Non Appété
<i>Achyranthes aspera</i> (L.) All.	Amaranthaceae	0	Herbacé annuelle	Non appété
<i>Alternanthera nodiflora</i> R. Br.	Amaranthaceae	0	Herbacé annuelle	Non Appété
<i>Alysicarpus glumaceus</i> (Vahl) DC.	Papilionaceae	4	Légumineuse annuelle	Très appété
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (S. et T.) Léo.	Papilionaceae	4	Légumineuse annuelle	Très appété
<i>Amaranthus graecizans</i> L.	Amaranthaceae	3	Herbacé annuelle	Appété
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Gramineae	5	Gramineae annuelle	Très appété
<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Aristida hordeacea</i> Kunth	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Aristida mutabilis</i> Trin. et Rupr.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Boerhavia repens</i> L.	Nyctaginaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Borreria filifolia</i> (S. et T.) K. Schum.	Rubiaceae	1	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Borreria radiata</i> DC.	Rubiaceae	2	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Brachiaria distichophylla</i> (T.) Stapf	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Brachiaria lata</i> (Schumach.) Hubb.	Gramineae	5	Gramineae annuelle	Très appété
<i>Cassia mimosoïdes</i> L.	Caesalpinaceae	5	Légumineuse annuelle	Appété
<i>Cassia obtusifolia</i> L.	Caesalpinaceae	1	Légumineuse annuelle	Non appété
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Chloris pilosa</i> Schum. et Thonn.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Chloris prieurii</i> Kunth	Gramineae	3	Herbacé annuelle	Appété
<i>Cloeme viscosa</i> L.	Capparidaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Citrullus lanatus</i> (T.) Mats. et Nakai	Cucurbitaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Commelina forskalei</i> Vahl	Commelinaceae	1	Herbacé annuelle	Appété
<i>Corchorus fascicularis</i> Lam.	Tiliaceae	3	Herbacé annuelle	Appété
<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliaceae	3	Herbacé annuelle	Appété
<i>Corchorus tridens</i> L.	Tiliaceae	3	Herbacé annuelle	Appété
<i>Ctenium elegans</i> Kunth	Gramineae	1	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	2	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Gramineae	4	Gramineae annuelle	Très appété
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Gramineae	4	Gramineae annuelle	Appété
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Gramineae	4	Gramineae annuelle	Très appété
<i>Elionurus elegans</i> Kunth	Gramineae	1	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Eragrostis aspera</i> Nees.	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Eragrostis cilianensis</i> (A.) Vign. Lut.	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Eragrostis tenella</i> Roem. et Sch.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud.	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Eragrostis turgida</i> (Sch.)De Wild.	Gramineae	1	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Evolvulus alsinoïdes</i> (L.) L.	Convolvulaceae	1	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	0	Herbacé annuelle	Non appété

<i>Fimbristylis hispidula</i> (Vahl) Kunth	Cyperaceae	0	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Hypticis spicigera</i> Lam.	Labiatae	1	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Papilionaceae	2	Légumineuse annuelle	Appété
<i>Indigofera tinctoria</i> L.	Papilionaceae	2	Légumineuse annuelle	Peu appété
<i>Ipomeae coscinosperma</i> H. ex C.	Convolvulaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Ipomeae eriocarpa</i> R. Br.	Convolvulaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Killinga welwitschii</i> Ridl.	Cyperaceae	1	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Loudetia togoensis</i> (Pilg.) Hubb.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R.Br.	Lamiaceae	1	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Mariscus squarrosus</i> (L.) C.B.Cl.	Cyperaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Microchloa indica</i> (L.f.) P. de.B.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	Aizoaceae	1	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Panicum laetum</i> Kunth	Gramineae	4	Gramineae annuelle	Très appété
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	0	Herbacé annuelle	Non appété
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Portulacaceae	1	Herbacé annuelle	Non appété
<i>Rottboelia exaltata</i> L.f.	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Très appété
<i>Schizachyrium exile</i> (Hochst.) Pilger	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth	Gramineae	3	Gramineae annuelle	Appété
<i>Sesbania leptocarpa</i> DC.	Papilionaceae	0	Herbacé annuelle	Non appété
<i>Setaria pallide-fusca</i> (S.) St. et Hub.	Gramineae	1	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Sida alba</i> L.	Malvaceae	1	Herbacé annuelle	Appété
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae	0	Herbacé annuelle	Peu appété
<i>Sporobolus festivus</i> Hoct. ex A. Rich.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Peu appété
<i>Tephrosia bracteolata</i> Guill. et Perr.	Papilionaceae	2	Légumineuse annuelle	Peu appété
<i>Tephrosia uniflora</i> Pers.	Papilionaceae	2	Légumineuse annuelle	Peu appété
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Tragus racemosus</i> (L.) All.	Gramineae	2	Gramineae annuelle	Appété
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	2	Herbacé annuelle	Appété
<i>Zornia glochidiata</i> Reichb. ex DC.	Papilionaceae	4	Légumineuse annuelle	Très appété

Annexe 1.2. Listes des espèces ligneuses recensées sur les sites d'observation des pâturages

Espèces	Familles	Appétibilité
<i>Acacia raddiana</i> Savi	Mimosaceae	Très apprécié
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del.	Mimosaceae	Appréti
<i>Acacia laeta</i> R. Br. ex Benth.	Mimosaceae	Appréti
<i>Acacia seyal</i> Del.	Mimosaceae	Très apprécié
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	Mimosaceae	Appréti
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Zygophyllaceae	Très apprécié
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. ex Poir.	Capparidaceae	Peu apprécié
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait.f.	Asclepiadaceae	Peu apprécié
<i>Combretum acculeatum</i> Vent.	Combretaceae	Très apprécié
<i>Combretum micranthum</i> G.Don	Combretaceae	Appréti
<i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	Combretaceae	Peu apprécié
<i>Grewia tenax</i> (Forsk.) Fiori	Tiliaceae	Appréti
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne	Asclepiadaceae	Appréti
<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forsk.) Decne	Asclepiadaceae	Peu apprécié
<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	Capparidaceae	Très apprécié
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mimosaceae	Peu apprécié
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Caesalpiniaceae	Peu apprécié
<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. et Perr.	Papilionaceae	Très apprécié
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Rhamnaceae	Très apprécié

Liste des articles tirés du manuscrit

N°	Titres des articles	Revues
1	Effets du sous solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso	Kiema A., Nianogo A.J., Savadogo M., 2004. <i>Études et recherches sahéliennes N°11, 25-33</i>
2	Valorisation des fanes de niébé et des gousses d' <i>Acacia raddiana</i> dans l'embouche ovine en région sahélienne du Burkina Faso	Kiema A., Ouédraogo T., Nianogo A.J., Somda J., 2005. <i>Études et recherches sahéliennes N°12, 57-64</i>
3	Étude bilan des aménagements anti – érosifs dans les pâturages en région sahélienne du Burkina Faso	Kiema A., Nianogo A. J., Kaboré-Zoungrana C., 2007 <i>Études et recherches sahéliennes N°13, 21-28</i>
4	Effets des digues filtrantes sur la productivité des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso	A. Kiema, C.Y. Kaboré – Zoungrana, A. J. Nianogo. <i>Tropicultura, 2007, 25, 2, 97-102</i>
5	Valorisation de <i>Cassia obtusifolia</i> L. dans l'alimentation des ovins d'embouche en région sahélienne du Burkina Faso	A. Kiema, A. J. Nianogo, J. Somda, T. Ouédraogo (Accepté dans <i>Tropicultura le 10 mai 2007</i>)
6	Valorisation des ressources alimentaires locales dans l'embouche ovine paysanne : performances technico-économiques et options de diffusion	Kiema André, Nianogo Aimé Joseph, Ouédraogo Tinrmegson, Somda Jacques. <i>Cahiers Agricultures, 2008, Vol. 17, n°1, 23-7</i>
7	Stratégie d'amélioration de la production fourragère au Sahel : effets des cordons pierreux sur la régénération d'un pâturage naturel de glacis	André Kiema, Aimé Joseph. Nianogo, Tinrmegson Ouédraogo. (Accepté dans <i>Cahiers Agricultures le 22 avril 2008</i>)
8	Effets des cordons pierreux et du scarifiage sur la régénération du couvert herbacé d'un pâturage naturel dans le terroir de Yakouta (Burkina Faso)	André Kiema, Tirmegson Ouédraogo, Aimé J. Nianogo, Seydou Sanou, 2001. <i>Science et technique, Sciences naturelles et agronomie; Vol. 25, n°2, 99-113</i>
9	Effets de la fauche sur la dynamique de la végétation d'un pâturage de dépression ouverte	André Kiema, Aimé Joseph Nianogo, Hassan Bismarck Nacro, 2007. (Soumis à <i>Revue Science et technique, Sciences naturelles et agronomie</i>).
10	Caractéristiques des ressources pastorales des terroirs de Lelly (Zone agro – pastorale) et de N'Diahoye (Zone pastorale) dans le Nord du Burkina Faso	André KIEMA, Aimé J. NIANOGO, Oumou H. SANON, Seydou SANOU (Article de DEA accepté dans la <i>Revue Science et technique, Sciences naturelles et agronomie</i>)