

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

ADF : Acid Detergent Fiber
B.P. : Biomasse Produite
B.F. : Biomasse foliaire
CC : Capacité de charge
CSE : Centre de Suivi Ecologique
EISMV : Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FST /UCAD: Faculté des Sciences et Techniques / Université Cheikh Anta Diop de DAKAR
GDRN : Gestion Durable des Ressources Naturelles
GPS : Global Positionning System
HVFS : Haute Vallée du Fleuve Sénégal
IFAN-UCAD: Institut fondamental d'Afrique noire - Université Cheikh Anta Diop
IRSV : Inspection Régionale des Services Vétérinaires
ISFAR : Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale
ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
LNERV : Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires
MAD : Matière Azotée Digestible
MAT : Matières Azotées Totales
MS : Matière Sèche
NDF : Neutral Detergent Fiber
NDVI : (en anglais) Indice de Végétation par la Différence Normalisée
ORSTOM: Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre - Mer
PAPEL : Projet d'Appui à l'Elevage
PAPF : Projet Autopromotion Pastorale au Ferlo
PDESO : Projet de Développement de l'Elevage dans le Sénégal Oriental (Tamba Counda)
PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin (N = d'origine Azotée ; E = d'origine Energétique)
PGIES: Projet de Gestion Intégrée des Ecosystèmes du Sénégal
PNDE : Plan National de Développement de l'Elevage.
P.P.S : « Projet de Productivité des Pâturages Sahéliens
PPZS : Pôle Pastoralisme et Zones Sèches
PRODAM : Projet pour le Développement de Matam
RNC : Réserve Naturelle Communautaire
SCS : Site de Contrôle au Sol
SNG : Service National Géographique
T.P. : Terroir Pastoral
UBT : Unité Bétail Tropical
UCAD : Université Cheikh Anta Diop de Dakar
UFL : Unité Fourragère Lait
UFV : Unité Fourragère Viande
U.P.: Unité Pastorale

Scolar year: 2016 - 2017.

Title: Determination of pastoral potential in transhumance terroirs of Senegal Upper River Valley

Nature: Memory of theses. .

Option: Pastoralism

Author: Cheikh NDIAYE

ABSTRACT

The present study is devoted to "the determination of the forage potential in the transhumance terroirs of the Upper Valley of the River Senegal". It was conducted in the Pastoral Unit of Malandou which straddles the Valley and the Ferlo area and in eleven (11) sites of the Program Research, all located in the regions of Matam and Tambacounda. It focused on the characterization of the grass herbaceous stratum of the genus *Aristida spp.*, *Chloris spp.*, *Schoenefeldia ...* and that of the most forage species are *Acacia albida* and *acacia seyal*, *pterocarpus erinaceus*.... The study also assessed forage resources throughout the area. The results and survey elements were processed by the "Sphinx plus" and "XL STAT" software. Production of grassland biomass, on average 1087 kg DM / ha, corresponding to a loading capacity of 0.18 and 0.24 UBT / ha / year, equivalent to 4 and 6 ha / UBT / year, respectively in the North and South, have been recorded. Trees and shrubs show average canopy heights of 6.5 m and 1.8 m and total foliage ranging from 487 to 801 kg / ha/ year (trees) and from 18 to 342 kg / ha / year (shrubs). Although the nutritive values of these forage crops resulting from the laboratory tests carried out are generally correct or even very good (1 UF and 110 grs of MAD / kg of DM), their accessibility to animals remains limited. The analysis of Load Capacities reveals that only 45 to 55% of the forage needs of the livestock reside in the 11 study sites are covered, justifying the need to consider strategies based on better recovery of forage trees and a perfect organization of transhumance in these areas. This study also sought to relate grassland production to rainfall recorded in the northern part but also to the foliar biomass at canopy height. The correlations found were not significant ($R^2 = 0.0374$; $R^2 = 0.2402$) and, ultimately, only 2 prediction equations were retained, namely: (i) Biomass Herbaceous Produced in kg MS / ha) = B.H.P. = $2.52 * \text{Rainfall in mm (P)}$. And (ii) Foliar Biomass Produced = F.B.P. = $189.99 X \text{Canopy height} - 880.18$; with $R^2 = 0.7542$.

Keywords: Forage resources; transhumance corridors; High Senegal River Valley; grassland biomass; ligneous forage; charge capacity; prediction equations

Année Scolaire : 2016 - 2017.

Titre: Détermination du potentiel fourrager dans les terroirs de transhumance de la Haute Vallée du Fleuve Sénégal ».

Nature: Thèse de Doctorat

Option: Pastoralisme

Auteur: Cheikh NDIAYE

RESUME

La présente étude est consacrée à « la détermination du potentiel fourrager dans les terroirs de transhumance de la Haute Vallée du Fleuve Sénégal ». Elle a été menée dans l'Unité Pastorale de Malandou qui est à cheval entre la Vallée et le Ferlo et dans onze (11) sites du Programme de Recherches, tous situés dans les régions de Matam et Tambacounda. Elle a porté sur la caractérisation de la strate herbacée à base de graminées du genre *Aristida spp.*, *Chloris spp.*, *Schoenefeldia...* et celle des ligneux dont les espèces les plus fourragères, sont de type *Acacia albida et seyal*, *pterocarpus érinaceus...* L'étude a également procédé à l'évaluation des ressources fourragères sur l'ensemble de la zone. Les résultats et éléments d'enquêtes ont été traités par les logiciels « Sphinx plus » et « XL STAT. Des productions de biomasse herbagère, en moyenne de 1087 Kg MS/ha, correspondent à des capacités de charge de 0,18 et 0,24 UBT/ha/an, soit, 4 et 6 ha UBT/an, respectivement en zones Nord et Sud, ont été enregistrées.. Les arbres et arbustes affichent des hauteurs de canopée moyennes de : 6, 5 m, et 1,8 m ainsi que des quantités de feuillage totales qui varient de 487 à 801 kg/ha/an (arbres) et de 18 à 342 kg /ha/an (arbustes). Bien que les valeurs nutritives de ces ligneux fourragers découlant des analyses de laboratoire effectuées, sont généralement correctes, voire très bonnes (1 UF et 110 grs de MAD/kg de MS), leur accessibilité aux animaux, reste limitée. L'analyse des Capacités de Charge, révèle que seuls 45 à 55% des besoins fourragers du cheptel résidant dans les 11 sites d'études, sont couverts, justifiant la nécessité d'envisager des stratégies basées sur une meilleure valorisation des ligneux fourragers, un recours judicieux aux résidus de récolte mais aussi et surtout, une organisation parfaite de la transhumance dans ces zones. Cette étude, a également, cherché à mettre en relation, la Production herbagère à la pluviométrie enregistrée dans la partie nord mais aussi la biomasse foliaire à la hauteur de canopée. Les corrélations trouvées ont été peu significatives ($R^2 = 0,0374$; $R^2 = 0,2402$) et, en définitive, seules 2 équations de prédiction ont été retenues, à savoir : (i) Biomasse Herbacée Produite en kg MS/ha = B.H.P. = $2,52 * \text{Pluviométrie en mm (P)}$. et (ii) Biomasse Foliaire Produite (en kg/ha) = B.F.P. = $189,99 X \text{ Hauteur canopée (en m)} - 880,18$; avec $R^2 = 0,7542$.

MOTS CLES : Ressources fourragères ; transhumance ; Haute Vallée du Fleuve Sénégal ; biomasse herbagère ; ligneux fourragers ; capacité de charge; équations de prédiction

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	- 5 -
CHAPITRE I^{er} : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	- 7 -
1.1. LE FOURRAGE	- 7 -
1.1.1. Les parcours naturels herbacés.....	- 7 -
1.1.2. Les ligneux fourragers.....	- 12 -
1.1.3. Facteurs d'influence de l'évolution des parcours.....	- 17 -
1.2. LES SYSTEMES DE PRODUCTION EN ZONE SAHELO – SOUDANIENNE.....	- 22 -
1.2.1. L'agriculture.....	- 23 -
1.2.2. L'élevage	- 25 -
1.3. LES UNITES PASTORALES (U.P.)	- 35 -
1.3.1. Définition - Genèse.....	- 35 -
1.3.3. Le plan de gestion de l'UP,	- 38 -
1.3.4. Les règles de gestion.....	- 38 -
1.3.5. Les outils de pilotage des UP	- 39 -
1.3.6. Les limites des unités pastorales	- 39 -
1.4. LA CAPACITE DE CHARGE DES PARCOURS NATURELS.....	- 40 -
1.4.1. Les Unités de bétail	- 40 -
1.4.2. La charge d'un pâturage	- 41 -
1.4.2.5. Bases de calcul de la capacité de charge (cc)	- 44 -
CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	- 45 -
2.1. SITUATION ADMINISTRATIVE DE LA HVFS.....	- 45 -
2.2. CARACTERISTIQUES BIOPHYSIQUES DE LA HVFS.....	- 48 -
2.2.1. Position géographique des sites d'étude	- 48 -
2.2.2. Données climatiques	- 49 -
2.3. DECOUPAGE ZONAL DE LA HVFS	- 59 -
2.4. LA POPULATION ET SES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES	- 61 -
2.4.1. La tenure foncière (des terres).....	- 62 -
2.4.2. Les Ressources animales.....	- 62 -
CHAPITRE III. CARACTERISATION DES RESSOURCES FOURRAGERES	- 68 -
3.1. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE	- 68 -
3.1.1. Matériel utilisé.....	- 69 -
3.1.2. Méthodes d'étude	- 69 -
3.2. RESULTATS.....	- 78 -
3.2.1. Caractérisation des herbacés	- 78 -
3.2.1.1. Dans la partie Nord de la HVFS.....	- 79 -
3.2.1.2. En zone Sud de la HVFS (Zone Boundou)	- 81 -

3.2.2.	Caractérisation des ligneux fourragers.....	- 83 -
3.2.2.1.	Composition floristique	- 83 -
3.2.2.2.	Densité des ligneux dans la HVFS	- 85 -
3.3.	DISCUSSION	- 87 -
3.3.1.	Composition floristique des herbacées	- 87 -
3.3.2.	Composition floristique des ligneux fourragers	- 89 -
3.3.3.	Densité des ligneux fourragers	- 90 -
CHAPITRE IV: EVALUATION DES RESSOURCES FOURRAGERES		- 92 -
4.1.	MATERIEL ET METHODES D'ETUDE	- 92 -
4.1.1.	Etude de la Productivité des herbacés	- 92 -
4.1.2.	Méthodes d'évaluation des fourrages ligneux	- 93 -
4.1.3.	Analyses bromatologiques	- 93 -
4.1.4.	Méthodes de calcul de la capacité de charge.....	- 95 -
4.2.	RESULTATS	- 95 -
4.2.1.	Evaluation des herbacées	- 96 -
4.2.1.1.	Production de biomasse herbacée dans la zone nord de la HVFS.....	- 96 -
4.2.1.2.	Production de biomasse herbacée dans la partie sud de la HVFS.....	- 101 -
4.2.1.3.	Production de biomasse foliaire.....	105
4.2.1.4.	Contribution des espèces dans la biomasse foliaire des ligneux.....	107
4.2.2.	Etude de la valeur alimentaire des fourrages ligneux	113
4.2.2.1.	Caractéristiques des espèces de ligneux fourragers étudiés.....	114
4.2.2.2.	Détermination de la valeur fourragère des ligneux	115
4.2.3.	Capacité de charge des parcours de la HVFS.....	118
4.3.	DISCUSSION	120
4.3.1.	Parcours herbacés	120
4.3.2.	Les ligneux fourragers.....	125
4.3.3.	Valeur alimentaire des ligneux fourragers	128
4.3.4.	Appréciation de la capacité de charge des parcours de la HVFS.....	131
CHAPITRE V: SYNTHESE GENERALE		135
5.1.	LES PARCOURS NATURELS	135
5.2.	UTILISATION DES LIGNEUX PAR LE CHEPTEL	136
5.3.	GESTION DE L'ESPACE PASTORAL.....	138
5.3.1.	Découpage de l'espace en Unités Pastorales (UP)	140
5.3.2.	Promotion de groupements d'éleveurs.....	140
5.3.3.	Adoption d'un Code Pastoral.....	141
5.3.4.	Aménagements dans l'espace pastoral	141
CONCLUSION		142

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des photos

Photo 1 : Bovin exploitant un ligneux (Balanites) dans le Sahel (Ferlo).....	- 14 -
Photo 2 : Feu de brousse en zone sahélienne (Ferlo)	- 19 -
Photo 3 : Feu de brousse précoce en fin d'hivernage	- 20 -
Photo 4 : Petits ruminants dans un parcours arboré en fin de SS- Lescadje 2014.....	- 63 -
Photo 5 : Site de Lescadié : dispositif de mesure du tapis herbacé (Photo Hiernaux)	- 72 -
Photo 6 : Site de Gourel Oumar : sols nus avec ligneux: (Photo Hiernaux 2014).....	110

Liste des figures (cartes & graphiques)

Figure 1: Carte de spatialisation de la production végétale et des cas de feux observés en 2015 : Source : Rapport CSE 2015	- 21 -
Figure 2: Carte du Sénégal : Situation d'implantation des UP dans la zone sylvo pastorale (Ferlo).....	- 36 -
Figure 3: Carte de base d'une Unité Pastorale (UP) : Exemple de l'UP de Thiel (Ferlo) : Source : CSE – Dakar. - 37 -	
Figure 4: Carte du Sénégal avec « la zone d'études » (circonscrite en gras)	- 47 -
Figure 5: Cartographie de position des 11 sites de suivi des ressources pastorales (Image Google)	- 49 -
Figure 6 : Translation des isohyètes entre 1980 et 1994, (Source : Fall et al 2001).....	- 50 -
Figure 7 : Pluviométrie 1990 à 2015 : Synthèse des relevés enregistrés dans les stations ciblées	- 52 -
Figure 8 : 2 Graphiques « Pluviométrie » dans les sites de Matam et Malandou.....	- 53 -
Figure 9: 3 Graphiques de la « Pluviométrie » dans les stations de Bakel, Goudiry, Tamba	- 54 -
Figure 10: Températures moyennes mensuelles de la Région de Matam (Source Google -Station météo : MATAM (à 4km).....	- 56 -
Figure 11: Carte de situation des sites d'études	- 60 -
Figure 12: Image Village, forage, gîtes, axe de transhumance et site pastoral de Malandou	- 73 -
Figure 13: Production de biomasse herbacée par site	- 102 -
Figure 14 : Relation biomasse produite et Pluviométrie.....	103
Figure 15 : Graphique de Synthèse des Données Pluviométrie / Biomasse herbacée des 3 Sites de Malandou	104
Figure 16 : Production globale de biomasse foliaire par les ligneux (arbres / buissons /total) dans chaque site	107
Figure 17 : Moyenne pondérée de contribution des espèces à la biomasse foliaire des sites	108
Figure 18: Moyenne pondérée de la contribution des espèces d'arbustes et buissons.....	109
Figure 19: Graphique de la Relation masse de feuilles d'Arbres & hauteur de canopée	111
Figure 20 : Graphique de la Relation - masse de feuilles d'Arbres & hauteur de canopée- Corrigée.....	112
Figure 21 : Graphique de la Relation masse de feuilles d'Arbustes (Rbf) & hauteur de canopée (h).....	113

Liste des Tableaux

Tableau 1: Récapitulatif des moyennes pluviométriques en Zones nord et sud de la HVFS	- 51 -
Tableau 2: Effectifs du cheptel de la zone d'études par département (en Nombre de têtes)	- 64 -
Tableau 3: Localisation / coordonnées des Sites de Contrôle au Sol (SCS 1,2,3) et des placettes dans l'U.P de Malandou	- 70 -
Tableau 4: Localisation des axes de relevé des différents sites d'études.	- 71 -
Tableau 5: Liste des villages enquêtés dans l'UP Malandou	- 74 -
Tableau 6: Cortège floristique des herbacées en Zone nord de la HVFS	- 79 -
Tableau 7: Espèces dominantes identifiées dans les sites de la zone nord	- 80 -
Tableau 8: Densité (en nombre d'individus par hectare) des arbres et des buissons sur les sites de suivi des ressources pastorales dans la HVFS	- 86 -
Tableau 9: Production herbagère (kg MS/ha) et pluviométrie mesurées sur les 3 sites de Contrôle au Sol (CS1, 2, 3) de l'UP Malandou 1994 – 2014 (Zone Nord) (Source CSE).....	- 97 -
Tableau 10: Classification des années suivies	- 99 -
Tableau 11: Production herbagère (en kg MS/ha) par rapport à la pluviométrie (en mm).....	- 104 -
Tableau 12: Stratification des peuplements des sites (hauteur en mètres).....	104
Tableau 13: Biomasse de feuilles produites /site.....	105
Tableau 14: Caractéristiques de 5 espèces de ligneux fourragers (Source : Résultats issus des enquêtes de terrain).....	114
Tableau 15: Teneur en matières minérales, ca, ph dans les ligneux étudiés(en % MS).....	115
Tableau 16: Teneurs des composants organiques dans les ligneux étudiées (en % MS).....	116
Tableau 17: Valeurs alimentaires des espèces étudiées	117
Tableau 18: Effectifs cheptel estimés dans les 2 zones.....	118
Tableau 19: Production herbagère (en kg MS/ha) par rapport à la pluviométrie (en mm).....	123

INTRODUCTION

L'élevage pastoral joue un rôle prépondérant dans l'économie des pays d'Afrique de l'Ouest en général et du Sénégal en particulier. Des études de cas montrent que l'élevage apporte en moyenne, 34% des revenus monétaires des ménages ruraux contre 14 % pour les produits végétaux (Zonon, 2004 ; Capes, 2003 in CASO/OCDE, 2007). Au Sénégal, le sous-secteur de l'élevage représente plus du tiers de la valeur ajoutée du secteur primaire (35% de la valeur ajoutée du secteur agricole) et participe pour 7,5% à la formation du PIB national (MEF/DPS, 2006 ; CNMDE 2008-2015). Le Nord-Est sénégalais regorge de potentialités pastorales mais la course à la terre, y est érigée en règle. Les surfaces cultivées sont passées, avec la SAED, de 14.000 ha (1965 -1987) à 28 000 ha en 1990 et portent sur des objectifs de 88.000 ha de cultures vivrières irriguées, pour l'année 2015. Les aménagements qui ont cours, excluent, de fait, la pêche et l'élevage, quand on sait que l'alimentation des animaux, dans la zone, est essentiellement constituée par les pâturages naturels. L'élevage permet à l'Afrique de l'Ouest, de faire face à ses besoins internes et d'exporter progressivement une partie des excédents vers les marchés extérieurs. De façon générale, le bétail constitue une réserve de richesse qui se réalise progressivement et qui est utilisée pour réduire les risques de pertes de revenus et d'insécurité alimentaire souvent liées aux aléas climatiques.

En zones sahélienne et soudanienne, à climat aride, l'élevage est de type extensif et repose sur la végétation composée d'une savane à combrétacées et à graminées annuelles ainsi que quelques graminées vivaces dans les dépressions ainsi que des ligneux fourragers.

Dans la vallée du Fleuve Sénégal, l'un des problèmes est l'augmentation rapide et anarchique des superficies cultivées. Des terres de parcours, des champs de décrue et des zones de refuges stratégiques, ont été transformés en périmètres irrigués dans la zone fluvio-lacustre et le Delta (Touré, 1997). Avec les aménagements qui ne cessent de se développer depuis les années 80, des changements socioéconomiques profonds ont été introduits dans l'économie de la vallée du fleuve Sénégal. Ils renforcent ainsi, les difficultés liées à une pratique pastorale déjà fortement éprouvée par les crises de sécheresses fréquentes, et la réduction des parcours pastoraux de repli dans le Waalo.

Il devient ainsi, une impérieuse nécessité, face à de telles mutations profondes, en s'appuyant sur des ressources pastorales, caractérisées par le confinement, la dispersion et les limites, de rechercher les stratégies idoines, pour mieux valoriser et sécuriser cet élevage pastoral qui prévaut au niveau de ces terroirs.

A travers le monde, les parcours occupent environ 50% de la couverture terrestre et procurent 75% de fourrage utilisé pour le bétail domestique (Brown and Thorpe, 2008). Aussi, compte tenu des

changements climatiques, de l'accroissement démographique, de l'augmentation des aménagements agricoles, des changements dans l'utilisation des sols et de leur couverture, une quantification exhaustive des ressources fourragères est nécessaire pour permettre aux éleveurs de la zone de développer des stratégies de gestion tendant à maintenir ou accroître les revenus de la production animale.

L'objectif général de la présente étude, consiste ainsi à procéder à une évaluation des ressources fourragères, des parcours naturels de la Haute Vallée du Fleuve Sénégal, en vue de mettre à la disposition des Décideurs et des acteurs de l'élevage, des données et informations nécessaires, pour une meilleure gestion des espaces encore accessibles aux animaux dans les régions polarisant la zone d'étude ciblée.

Plus spécifiquement, il s'agira, pour l'essentiel, d'apporter une contribution dans l'aide à la décision, en nous employant, par rapport à la biomasse herbacée et aux ligneux fourragers, de la zone, à procéder après une présentation de la zone d'étude, à :

- passer en revue les caractéristiques de la végétation pastorale des terroirs ciblés ;
- procéder à l'évaluation du potentiel fourrager constitué de la biomasse herbacée et des ligneux fourragers ;
- porter une appréciation globale à la qualité des parcours naturels à partir d'analyses bromatologiques et à travers la capacité de charge, pour servir d'indicateur de pression sur les ressources fourragères.

Les différents résultats enregistrés vont concourir à la constitution d'un référentiel de données biophysiques avec notamment l'établissement d'équations de prédiction mettant en relation avec la production primaire et la pluviométrie.

Pour l'essentiel, il y aura lieu au terme de cette étude, de mettre à la disposition des principaux acteurs impliqués dans la gestion de ces terroirs (éleveurs, producteurs des zones aménagées, autorités administratives et locales...) des informations, données, connaissances pouvant aider à mieux asseoir des stratégies de gestion des ressources pastorales disponibles.

Dans ce cadre, après (i) la synthèse bibliographique faisant le point sur les principaux aspects du sujet et (ii) une présentation succincte de la zone couverte, l'étude s'est employée à procéder à (iii) la caractérisation des ressources puis à (iv) l'évaluation du potentiel pastoral disponible dans les résultats présentés avant de consacrer une dernière partie, aux (vi) discussions générales relevant d'analyses approfondies et aboutissant à des recommandations pratiques à l'endroit des utilisateurs.

CHAPITRE I^{er} : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

La recherche bibliographique menée dans le cadre de cette étude a permis de rassembler les principales études concernant le milieu naturel de la haute vallée du Sénégal ainsi que les différents aspects qui se rapportent plus étroitement à notre sujet. Une attention particulière a été ainsi portée sur les fourrages et sur les stratégies de gestion de l'espace pastoral, à savoir :

- les composantes de l'alimentation des animaux : pâturages herbacés, ligneux fourragers, résidus de récoltes ;
- l'environnement des productions, avec l'Unité Pastorale, qui, de plus en plus, entre dans les stratégies de gestion ;
- les systèmes d'élevage dont la transhumance est une stratégie incontournable ;
- la gestion des eaux et les aménagements hydro-agricoles en rapport avec les productions animales dans la zone d'études ;
- les éléments de caractérisation de la valeur des pâturages en mettant l'accent sur les paramètres qui servent à l'appréciation des parcours: unité bétail tropical (UBT) ; Capacité de charge....

1.1. LE FOURRAGE

Les pâturages naturels couvrent plus de la moitié de la surface totale du globe (Watt 2015). Ils comprennent les prairies de graminées de tous les continents, trop sèches, trop accidentées ou trop pierreuses pour être mises en culture. Ils englobent des forêts claires et des savanes où une végétation très apte au pacage, croît sous le couvert d'arbres clairsemés. Ils comprennent des formations arbustives désertiques, des prairies de montagne et des pâturages alpins, au voisinage ou au-dessus de la limite supérieure de la forêt. Ils comprennent également les *tundras* de l'extrême nord. En zones sahélienne et soudanienne, l'essentiel de l'alimentation des troupeaux est tiré du tapis herbacé représenté en grande majorité par les graminées mais aussi des ligneux fourragers. L'essentiel de ces parcours se répartissent ainsi dans les plateaux, les plaines et les dépressions.

1.1.1. Les parcours naturels herbacés

1.1.1.1- Importance des pâturages herbacés

Les pâturages herbacés sont une résultante de la biomasse végétale. Si l'on se réfère à la définition du dictionnaire environnement et développement durable, « la Biomasse désigne l'ensemble des végétaux et des animaux, ainsi que des déchets organiques qui leurs sont associés ». Le Dictionnaire français, définit la biomasse végétale, comme « un ensemble d'organismes végétaux présents à un moment donné et dans un espace défini ». Dans cette biomasse, les herbacées représentent l'essentiel de l'alimentation des animaux, dans les pâturages naturels et est constitué de diverses

espèces végétales. Le pâturage équivaut ainsi à la biomasse végétale estimée et est égale à la somme de la biomasse de chaque espèce végétale. La production potentielle va donc varier en fonction de la composition floristique et de la contribution spécifique des espèces présentes (Traoré, 1995). Par ailleurs, le substrat sur lequel se développent les différentes espèces, constitue un facteur de variation de la production potentielle. En effet, le sol de par sa topographie et ses caractéristiques physico-chimiques (Zoungana, 1991) détermine la disponibilité en eau et en éléments nutritifs pour la croissance des plantes (Bremner et De Ridder, 1991). Le pâturage constitue donc un écosystème qui varie en fonction de plusieurs facteurs: le sol ; le climat (pluie, sécheresse) ; les facteurs zooanthropiques.

1.1.1.2- Valeur alimentaire des pâturages naturels herbacés

L'alimentation du bétail dans la zone d'étude est tributaire de la végétation naturelle dont la valeur est fonction des différentes espèces végétales qui la composent. C'est dans ce sens que l'expression «valeur pastorale» est généralement utilisée pour caractériser la valeur des pâturages. C'est un indice permettant d'évaluer les terres de parcours (Akpo *et al.* 2000) bien que le taux en éléments nutritifs et la digestibilité du matériel végétal produit, déterminent sa qualité alimentaire (Bremner et De Ridder, 1991). Cette valeur pastorale dépend en premier lieu des espèces qui composent le pâturage (c'est à dire la richesse spécifique) lesquelles espèces sont généralement réparties en quatre (4) catégories fourragères. Il s'agit des espèces dites de : (i) bonne valeur pastorale ; (ii) moyenne valeur pastorale ; (iii) faible valeur pastorale et ; (iv) sans valeur pastorale. *Eragrostis tremula*, *Zornia glochidiata*, *Elionorus elegans*, *Hackelochloa granularis* rencontrées dans les jeunes jachères (1-3 ans), font partie des espèces qui améliorent notablement la qualité des pâturages dans la zone (Yanra J D, 2004)

La valeur pastorale dépend en second lieu, de la contribution des espèces présentes au spectre fourrager. Dans les jachères étudiées par Akpo *et al.* (2000) en Haute Casamance au Sénégal ainsi que, celles étudiées par Kiéma (1992), Fournier (1996) dans la région de Bondoukuy au Burkina Faso, on constate qu'une bonne partie de la flore herbacée est représentée par des espèces productives. Une espèce est dite productive lorsque sa contribution à la constitution du tapis végétal est > 5 % (Sawadogo, 1996)

Certains auteurs ont évalué les pâturages soudanais et les valeurs pastorales trouvées sont :

- de l'ordre de 50 à 75% dans la zone agropastorale de Sédougou (Zoungana, 1991). Il s'agit de pâturages qualifiés de moyens à bons ;
- de 73,3% hors couvert ligneux et 66,2% sous couvert ligneux (Akpo *et al.* 1999) ;

- de 61%, 63%, 70% et 75%, respectivement pour les savanes arborées denses, les savanes arbustives, les formations ripicoles et les savanes arborées claires selon Kongbo-Wali-Gogo (2001).

Il est à noter que des valeurs pastorales supérieures à 65%, sont considérées comme de bons pâturages (Daget et Godron, 1995).

Lorsque la valeur fourragère des espèces herbacées baisse considérablement dans la deuxième moitié de la saison sèche, les ligneux constituent une source importante de matière azotée (MA) dont les valeurs peuvent aller de 60 à 230 g /Kg MS. C'est particulièrement le cas des légumineuses dont les éleveurs connaissent bien la valeur nutritive (Lhoste *et al.* 1993). Les ligneux fourragers n'étant pas accessibles aux animaux sans l'intervention de l'homme, sont très peu pris en compte (Breman et De Ridder, 1991) ont révélé que seuls 15% de la production annuelle des ligneux seraient consommés, avec des variations suivant l'espèce animale, les habitudes alimentaires, le stade phénologique de la plante..., si les bergers sont hors-jeu.

1.1.1.3- Exploitation des pâturages naturels

✓ Techniques d'exploitation

La plupart du temps, l'historique de l'utilisation des pâturages a été celui de l'épuisement des ressources. Des siècles d'un usage excessif des pâturages, ont détruit toute végétation sur de vastes étendues, laissant le sol dénudé et exposé à l'érosion par les vents et par les eaux, réduisant la fertilité de la terre. L'aptitude de la terre à produire une végétation utilisable, a été réduite ou anéantie.

Un usage excessif et prolongé des pâturages a amené la disparition des végétaux fournissant les meilleurs aliments, qui ont été remplacés par des espèces non appréciées ou résistant au pacage. Ces plantes sans valeur ont envahi la région, absorbant l'humidité et les éléments nutritifs du sol tout en réduisant le rendement de ces pâturages (Akpo et al, 2000).

Pour favoriser la croissance des meilleures espèces de plantes fourragères, l'exploitant doit considérer à la fois les exigences des espèces qu'il désire multiplier et les besoins de son bétail. Afin que les meilleures espèces restent productives, il doit organiser le pacage de manière à laisser suffisamment de feuilles pour assurer la nourriture des plantes et à modérer ou interrompre le pacage pendant les périodes critiques du cycle de croissance de la plante, au moins sur une partie de celle-ci, chaque année. Aussi, la mobilité des troupeaux peut être considérée comme l'une des stratégies importantes dans l'aménagement des parcours, car elle permet la flexibilité du mouvement des éleveurs, accroît l'utilisation optimale d'un environnement hétérogène. Afin d'utiliser efficacement le fourrage, il faut réaliser une répartition rationnelle du bétail sur les pâturages et, l'on ne devrait mettre à la pâture que la catégorie de bétail convenant le mieux au type particulier de fourrage et à la topographie (Daget 1995).

De meilleures méthodes pour le parage des moutons et des chèvres ont également été mises au point, telles que celle consistant à laisser les animaux en liberté, paître à leur guise et à les installer chaque soir dans un endroit différent afin d'éviter les dommages résultant du piétinement et d'un pacage localisé excessif. Une meilleure répartition du bétail est également obtenue par la bonne répartition des abreuvoirs et une distribution plus rationnelle du sel, déterminant une consommation plus régulière et plus profitable des herbes fourragères de la pâture (Grouzis, 1981).

En Afrique de l'Ouest, le milieu naturel exploité par le cheptel transhumant, est constitué essentiellement: (i) des steppes sahéliennes ; (ii) des savanes soudaniennes ; (iii) des zones de décrue des fleuves et ; (iv) des systèmes de jachères, plus ou moins anciens.

Les sols de culture sont également exploités par le cheptel, soit partiellement en périodes de cultures au niveau des couloirs de transhumance, soit, en intégralité après les récoltes.

Les espèces animales ont des comportements et des capacités à pâturer qui sont différents - d'où des opportunités différentes d'utilisation de la végétation. Lorsqu'on gère une variété d'espèces, cela permet de profiter grandement de la nature hétérogène des écosystèmes pastoraux. Pour cela, la stratégie pastorale impliquant un large éventail d'espèces animales qui utilisent chacune des parties du fourrage, leur permet de résister différemment à la sécheresse (Andre Kiema, 2014). Par exemple, lorsque la biomasse du pâturage est faible (en raison de la saison des pluies, d'une faible végétation de jachère, d'une repousse prématurée des herbes pérennes, etc.), le mouton peut trouver assez de nourriture pour sa croissance. Pour le bovin, à densité équivalente, cette biomasse est encore trop basse même, pour l'entretien. Les chameaux peuvent brouter plus haut que les chèvres, alors que les chèvres peuvent atteindre des végétaux entre les rochers et sur des pentes, des fourrages que les chameaux ne peuvent atteindre.

L'impact du parage et du broutage sur la composition de la végétation est différent. Le pâturage répété de l'herbe, va favoriser les arbustes-fourragers. Un pâturage prématuré par des moutons peut réduire la production d'herbe, notamment quand la saison de croissance est courte (Staples et al. 1942). Ceci peut réduire la disponibilité en fourrage pour les bovins davantage que ce que les moutons ont consommé. Dans les pâturages communautaires, les agriculteurs ajustent en général la composition de leurs troupeaux et les périodes de pâturage en fonction des ressources en pâturage et en fourrage ligneux. Par voie de conséquence, à des niveaux égaux de charge (nombre de têtes de bétail par hectare) mais avec de grandes différences de composition de la végétation, on peut faire des combinaisons d'espèces animales assez différentes.

✓ **Elevage et pâture**

Les plaines inondables de la Vallée du fleuve Sénégal forment une source de pâturage terrestre et aérien extrêmement importante en saison sèche pour le cheptel de ruminants dans une région à pluviométrie sahélienne. En juin, avec le début de la saison des pluies, la plupart des animaux sont amenés sur les levées sableuses (*jeeri*), qui s'étendent de la vallée au « Ferlo », où les pluies et les feux de brousse favorisent la croissance de l'herbe fraîche. Aussi, les eaux de surface, les mares formées par la pluie et les puits plus ou moins profonds facilitent la tâche habituellement très éprouvante d'abreuvement du bétail. Quand la saison des pluies touche à sa fin, en septembre-octobre, les animaux se déplacent vers la ceinture étroite de champs, après la récolte du petit mil, pour manger les fanes et pailles mais aussi, fumer la terre. Cela est en fait le mode de transhumance du bétail dans tout le Sahel et, dès le début de la nouvelle année, la quantité et la qualité du fourrage baissent et les animaux commencent à puiser sur leurs propres réserves de graisse, allant parfois jusqu'à perdre près de 40% de leur poids avant le retour des pluies estivales.

Mais les plaines inondables de la Vallée du fleuve Sénégal apportent un troisième élément qui permet aux troupeaux, non seulement, de survivre mais aussi de prospérer pendant la plus grande partie de la saison sèche. Après la récolte du « Waalo » en février-mars, les animaux sont amenés dans les plaines, où ils broutent les fanes de sorgho et de maïs, les feuilles de gonakiés (*Acacia nilotica*) et d'autres arbres et buissons ainsi que les herbes comestibles qui colonisent les zones incultes de la plaine. Bien que leurs études se limitent à la région de la Haute Vallée, Dames & Moore (1989) offrent une description des pâturages qui donne une indication pour les autres parties de la Vallée.

Les pâturages des plaines inondables sont importantes dans la région et se retrouvent tout le long du fleuve Sénégal entre Gande et Ambidedi, ainsi que le long des rivières Falémé et Karakoro. En effet, ces environnements présentent moins de risques que ceux plus éloignés du fleuve où la densité de la population humaine et du bétail est très forte, avec pour résultat, la dégradation de cette ressource dans quelques zones de la Vallée.

Ces régions supportent naturellement des herbes pérennes telles que *Andropogon pseudapricus* et *Schoenfeldia gracilis*, et d'importantes espèces d'arbres telles que : *Acacia seyal*, *Acacia nilotica*, *Combretum glutinosum*, et *Boscia senegalensis*. Il a aussi été constaté dans ces zones, que la dégradation des pâturages baissait proportionnellement à la distance par rapport au fleuve, montrant une fois de plus, l'importance de l'eau pour l'élevage. Diarra (1988) qui a examiné les changements du tapis herbacé dans le delta inférieur du fleuve Niger au Mali, est arrivé à la conclusion que, les pluies insuffisantes de 1980 à 1986, auxquelles s'ajoutent de fréquentes difficultés dans la crue, ont

considérablement modifié la composition des plantes et la production de biomasse dans les herbages de *Vetiveria* et d'*Eragrostis*, dans la plaine inondable du fleuve Niger.

Cependant, la production des pâturages ne se limite pas à celle des herbacées, la présence des ligneux fourragers étant bien marquée.

1.1.2. Les ligneux fourragers

L'évolution régressive de la pluviométrie dans les écosystèmes soudano-sahéliens accroît le rôle de l'arbre qui devient de plus en plus une composante majeure du milieu. Optimiser son utilisation pour divers objectifs demeure donc l'une des plus grandes préoccupations des stratégies d'exploitation des ressources naturelles, base de l'agriculture dans ces systèmes de production.

Des chercheurs ont pu démontrer que certains ligneux, disponibles en Afrique, tels que *Faidherbia albida*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Leucaena leucocephala*..., présentaient des valeurs nutritives intéressantes pour les animaux et étaient aptes à améliorer qualitativement des rations à base de fourrages pauvres de saison sèche malgré la présence de certains facteurs limitants, Le Houerou, (1980) et Bille JC (1978).

La grande diversité de ces ligneux leur donne un intérêt particulier pour l'alimentation du bétail surtout en période de soudure. En effet, ils ont en général un profond enracinement. Moins dépendants des conditions pluviométriques, ils sont résistants à la sécheresse. C'est ainsi que de nombreuses espèces conservent leur fraîcheur pendant une bonne partie de l'année.

En ce qui concerne l'élevage, près de 80% du cheptel sénégalais est nourri sur pâturage naturel. La biomasse pâturable d'origine ligneuse atteint les 35% (Breman et Ridder, 1994) et dans certaines conditions, en saison sèche chaude, représente la quasi-totalité du matériel végétal disponible sur les sols sableux de la zone sahélienne.

D'une manière générale, on estime à une vingtaine le nombre d'espèces qui contribuent significativement au régime alimentaire des animaux domestiques dans les zones sahélienne et soudanienne (Ickowicz, 2001).

1.1.2.1- Importance des ligneux fourragers

Les ligneux fourragers constituent une source importante pour la survie des ruminants en période de soudure mais la pression qu'ils subissent a pour conséquence, leur rareté dans les terres de parcours.

Ils sont appelés souvent par les pastoralistes, «pâturages aériens» et contribuent fortement à la ration des ruminants surtout en saison sèche. Leur apport protéique est indéniable (Miranda, 1989) surtout

pendant la saison sèche, où la strate herbacée n'arrive plus à couvrir les besoins des animaux, intervenant seulement pour environ, 400 à 600 Kg MS/ha dans le bilan fourrager (Hoffmann, 1985). De plus la teneur en matière azotée digestible (MAD) est quasi nulle en fin de saison sèche.

Au Sahel, l'arbre constitue la principale source de fourrage aérien vert en toute saison. Une étude menée par Sarr *et al.* (2013), révèle que dans les systèmes de production extensifs, l'arbre joue plusieurs rôles : il participe à la restitution de la fertilité des sols, en assurant un couvert végétal, à la protection du sol et au relèvement du niveau trophique, à la complémentarité de l'alimentation du bétail.

En Afrique de l'Ouest et, particulièrement au Sénégal, les écosystèmes sahéliens et soudanais, constituent l'essentiel des terres de parcours ou des champs classiques ; dans ceux-ci, des arbres sont volontairement épargnés par le paysan. Cependant, les conditions climatiques difficiles des dernières décennies, la demande de plus en plus croissante en terres agricoles, la pression continue du bétail, l'inadéquation des pratiques de gestion, sont autant de facteurs qui ont réduit considérablement la présence des arbres.

Il est aussi prouvé que les ligneux jouent un rôle socio-économique très important dans les communautés rurales. En effet, ils font l'objet d'une exploitation à plusieurs niveaux dont l'affouragement, l'alimentation humaine, la phytothérapie, l'artisanat et l'énergie. Dans la zone d'étude, l'arbre intervient dans de multiples activités socio-économiques des populations. Ainsi, il peut être source d'énergie domestique, peut servir aussi bien à l'alimentation des hommes que du bétail, ou encore servir à l'amélioration de la fertilité des sols.

Sur la base d'enquêtes menées en milieu soudanais, dans la région de Kaffrine, (Sarr *et al.* 2013), ont trouvé que les ligneux fourragers représentent près de 53% des peuplements arborés et sont le principal recours du bétail en période sèche. Les arbres et les arbustes participent à l'entretien aussi bien des animaux domestiques que des troupeaux transhumants en saison sèche, puisqu'en Afrique de l'Ouest, plus de 75%, d'entre eux, sont fourragers (Guérin 1987). Les feuilles sont les parties les plus consommées des ligneux et peuvent être utilisées vertes ou sèches en fonction de la période de l'année. Les fleurs et les fruits de certaines espèces sont aussi utilisés dans l'alimentation du bétail. Toujours d'après ces études, plusieurs espèces ligneuses sont appréciées par le bétail mais pour être mises à la disposition des troupeaux, elles doivent faire l'objet d'émondage, ce qui contribue à les fragiliser davantage.

La présence de ligneux comme *Azadirachta indica*, *Eucalyptus alba* et *Calotropis procera* (peu ou pas appréciés) dans les parcours, est due à un reboisement (*Eucalyptus alba*), ou au transfert par les

oiseaux de fruits d'*Azadirachta indica* en zone de parcours. Il a été constaté, de ce point de vue, que les feuilles de ces espèces ne sont appréciées que dans des conditions particulières.

La photo 1, ci – après, illustre bien l'usage que peut faire d'un arbre de l'espèce « *balanites* », un bovin affamé au moment où la végétation herbacée a presque entièrement disparu.



Photo 1 : Bovin exploitant un ligneux (Balanites) dans le Sahel (Ferlo)

- 1.1.2.2- Valeur fourragère des ligneux

Au Sénégal, les arbres et arbustes fourragers constituent une importante source de protéine et d'énergie pour l'alimentation du bétail. Leurs apports dans la ration alimentaire peuvent influencer positivement la productivité des animaux. Selon Miranda (1989), certaines espèces d'*Acacia* qui se rencontrent dans de nombreux écosystèmes de l'Afrique Subsaharienne permettent aux animaux d'obtenir de bons indices de croissance pendant les périodes de crise alimentaire. Cet auteur rapporte que les parties foliaires et les fruits des ligneux fourragers contiennent beaucoup plus d'énergie et de

nutriments que les tiges d'herbes et qu'en général ces teneurs demeurent assez constantes dans le temps, ce qui n'est pas le cas avec les herbacées.

- 1.1.2.3- Exploitation des fourrages ligneux

Les arbres et arbustes fourragers, utilisés comme compléments de la ration des ruminants, constituent des moyens de survie pour le bétail, surtout pendant la saison sèche. Ils participent à l'entretien aussi bien des animaux domestiques que des troupeaux transhumants dans les milieux arides et semi-arides dont la période sèche peut s'étendre sur sept mois (Sarr et al. 2013). L'utilisation des ligneux fourragers pour alimenter les animaux, surtout en saison sèche, a été signalée par plusieurs auteurs en Éthiopie (Abule, 2004), au Nigéria (Tukur et al., 2013), au Bénin (Houinato, 2001 ; Brisso et al., 2007 ; Houéhanou et al., 2008), au Burkina Faso (Kaboré-Zoungana, 1995 ; Petit et al., 2000 ; Sanon et al., 2008 ; Soulama et al., 2013), au Sénégal (Sarr et al., 2013), au Cameroun (Onana et al., 2002) et au Tchad (Bechir et al., 2009). Les espèces les plus citées par ces auteurs sont *Khaya senegalensis*, *Azizelia africana*, *Prosopis africana* et *Pterocarpus erinaceus*. Cette utilisation assez largement répandue des ligneux fourragers est favorisée non seulement par la palatabilité de leurs feuilles mais aussi par le caractère sempervirent ou semi-sempervirent de ces espèces (Hiernaux et al. 1994 ; Baumer, 1997; Hiernaux, 2000).

Du fait d'un manque d'eau à certaines périodes et d'un faible disponible fourrager en pleine saison sèche, les éleveurs auraient davantage recours aux ligneux fourragers des milieux humides (zone de bas-fond, forêt marécageuse, forêt galerie) et de ce fait, ils subiraient plus de pression pastorale que d'autres. Il est aussi constaté que les ligneux de la famille des Leguminosae sont plus exposés au risque de la surexploitation dans la mesure où, habituellement, l'alimentation des ruminants en général et des bovins en particulier est assurée par des Poaceae et des Leguminosae. Par ailleurs, il est apparu que d'autres considérations liées aux groupes sociolinguistiques, au sexe et à l'âge, influençaient également les usages des ressources naturelles

L'appétibilité, la disponibilité des espèces et leur productivité, sont les critères de choix des ligneux fourragers par les différents groupes sociolinguistiques. Dans une étude menée en zone soudano-guinéenne du Bénin, Clément Sèwadé et al (2015) révèlent que *Azizelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis*, *Vitellaria paradoxa*, *Mangifera indica*, *Ficus platyphylla*, *Balanites aegyptiaca*, *Annona senegalensis*, *Ficus umbellata* et *Daniellia oliveri* font partie des ligneux fourragers identifiés comme prioritaires pour la plupart, pour le pastoralisme et pour la conservation. L'utilisation de ces espèces jugées prioritaires dans les plans d'aménagement des parcours naturels dans les activités de déforestation/reforestation et/ou de reboisement, est rigoureusement recommandée, aux fins d'une exploitation rationnelle des ligneux fourragers.

1.1.3. Facteurs d'influence de l'évolution des parcours

La modification de l'état des parcours est le fait du niveau de production de la phytomasse herbacée épigée; du pâturage, c'est à dire le prélèvement par les animaux. L'évolution des parcours, relève ainsi pour l'essentiel, de l'interaction entre la productivité et la pression de pâturage, auxquelles s'ajoutent d'autres facteurs exogènes tels que le feu. Des variations interannuelles du recouvrement et de la phytomasse ont pu être notées. Le recouvrement et la phytomasse les plus faibles ont été mesurés et semblent plus être en rapport avec le niveau de la répartition des précipitations. Des variations interannuelles des effets du feu et du pâturage sur le recouvrement et la phytomasse ont également été mises en évidence. En effet, sous les climats présentant une saison suffisamment sèche, une partie de la végétation, notamment les herbes fourragères et les herbes annuelles, constituent une matière sèche et combustible. Les feux se présentent ainsi sous deux formes : les feux destructeurs qui sont le plus souvent accidentels et les feux considérés comme bénéfiques, qui sont, en principe, provoqués.

La mise à l'herbe des troupeaux et les feux auxquels sont associées certaines stratégies de gestion, constituent les facteurs d'évolution marquants.

1.1.3.1- La mise à l'herbe des animaux

La mise à l'herbe des animaux impacte également sur les parcours aussi bien positivement que négativement. Les impacts positifs se manifestent dans les régions à saison sèche marquée. Dans ces zones, l'élimination de la paille, ne serait-ce que partiellement, réduit considérablement les risques d'incendie. Lorsque la végétation est composée d'une forêt sèche avec des sous-bois, l'élimination des sous-bois et la réduction de la densité des broussailles contribuent à protéger la forêt contre les incendies. Le passage fréquent des animaux brouteurs, comme les chèvres, aident à contrôler les arbres de petite taille. Les animaux « paiseurs » comme les moutons réduisent la quantité d'herbes qui, lorsqu'elles sont sèches, brûlent très facilement (Guérin et al 1988).

Au plan technique, avec le brûlage volontaire de la végétation quand celle-ci n'est pas complètement sèche, la température atteinte doit avoir les effets escomptés. Le feu contrôlé est pratiqué lorsque les vents sont légers. Un brûlage précoce stimule la repousse de l'herbe. Par contre, si c'est le contrôle de la population d'arbres qui est recherché, le feu doit être plus puissant. Dans les régions arides et semi-arides de pâturages annuels, le feu doit être rigoureusement interdit et le brûlage contrôlé dans les pâturages permanents, devrait être considéré comme un outil de gestion des terres de parcours (Pastum, 1998)..

L'élevage dans la zone d'études, étant de type extensif, est basé essentiellement sur l'exploitation des ressources naturelles. Les pratiques traditionnelles actuelles ne permettent plus de répondre efficacement aux problèmes d'alimentation et d'abreuvement des animaux. L'amplitude des mouvements des pasteurs et la transhumance sont devenues plus importantes et les séjours dans les zones d'accueil deviennent de plus en plus longs. Ce travail fait une situation de référence de la pratique de la transhumance et des perspectives face aux grandes mutations des systèmes de production pastoraux en cours.

1.1.3.2- Les feux de brousse

Dans les régions semi-arides où la saison sèche est très marquée, les incendies sont très violents, car la végétation y est abondante et sèche. S'ils sont extrêmement violents, ces feux sont à l'origine de la dégradation de la végétation et des sols : ils peuvent dévaster les buissons et les arbres et détruire une partie des semis, de la litière couvrant le sol ainsi que la matière organique dans la couche supérieure des sols. L'activité biologique est brutalement réduite par la chaleur. Les plantes sensibles sont progressivement éliminées par les feux successifs (Louppe 1992).

Dans les régions tropicales humides où les prairies ont été semées après le défrichement de la forêt, ces incendies sont considérés comme nuisibles, car ils détruisent le fourrage vert produit et ne sont pas tolérés par les herbes sélectionnées (IEMVT - CIRAD, 1990). Les photos 2 et 3 qui suivent se rapportent à des incendies enregistrés dans la zone sylvopastorale et montrent combien les dégâts peuvent être importants après leur passage.



Photo 2 : Feu de brousse en zone sahélienne (Ferlo)

Les conséquences environnementales des feux dans les parcours et les prairies dépendent du contexte environnemental et des conditions d'application.

1.1.3.3. Recours aux feux pour la gestion des pâturages

Les parcours menacés par les incendies doivent être brûlés au cours d'une période choisie et dans des zones bien ciblées. Le feu peut "nettoyer" les pâturages, détruire l'herbe non-pâturable, une partie de la couverture morte et contrôler la densité de plantes ligneuses. Les feux stimulent également la croissance des graminées vivaces dans les savanes et fournissent une réponse nutritive pour le bétail. Le brûlage dirigé est un outil important et bon marché pour la gestion des parcours. On utilise aussi communément le feu pour défricher les terres. Les activités agricoles considérées comme responsables de l'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère comprennent : la déforestation et le défrichement des forêts, le brûlage de la biomasse, la préparation du sol, la culture intensive et le drainage des terrains marécageux. La création d'un système pour le piégeage du carbone peut également être une solution au problème, grâce à laquelle le carbone peut être retiré de l'atmosphère et piégé de façon permanente dans le sol ou le matériel végétal.

Le brûlage dirigé (normalement effectué tôt dans la saison) évite les incendies incontrôlés et plus destructeurs, qui surviendraient plus tard, pendant la saison sèche. Le brûlage dirigé réduit les chances ou les risques de feux de broussailles importants et étendus. Il est conduit en brûlant la strate

herbacées et tout départ d'incendie est incapable de se répandre trop loin et beaucoup d'entre eux se sont certainement adaptés aux feux périodiques est plus facile à contrôler. Un brûlage modéré n'est pas aussi destructeur pour les plantes et les animaux

Photo 3 : Feu de brousse précoce en fin d'hivernage

Étant donné que de nombreuses graminées supportent le feu, souvent bien mieux que les espèces d'arbres (en particulier lorsqu'elles sont jeunes), le brûlage est également utilisé comme un outil permettant de maintenir un certain équilibre entre la couverture herbacée et la végétation ligneuse, et réduit ou empêche ainsi l'embroussaillage.

D'un point de vue environnemental : les incendies de végétation ont différentes fonctions pour l'élevage : conservation de la végétation des prairies par brûlage contrôlé, effectué dans des conditions précises ; mesures préventives contre les incendies, feux de brousse et feux de forêt ; émission de CO₂ lié aux feux de brousse et aux techniques de séquestration de carbone.

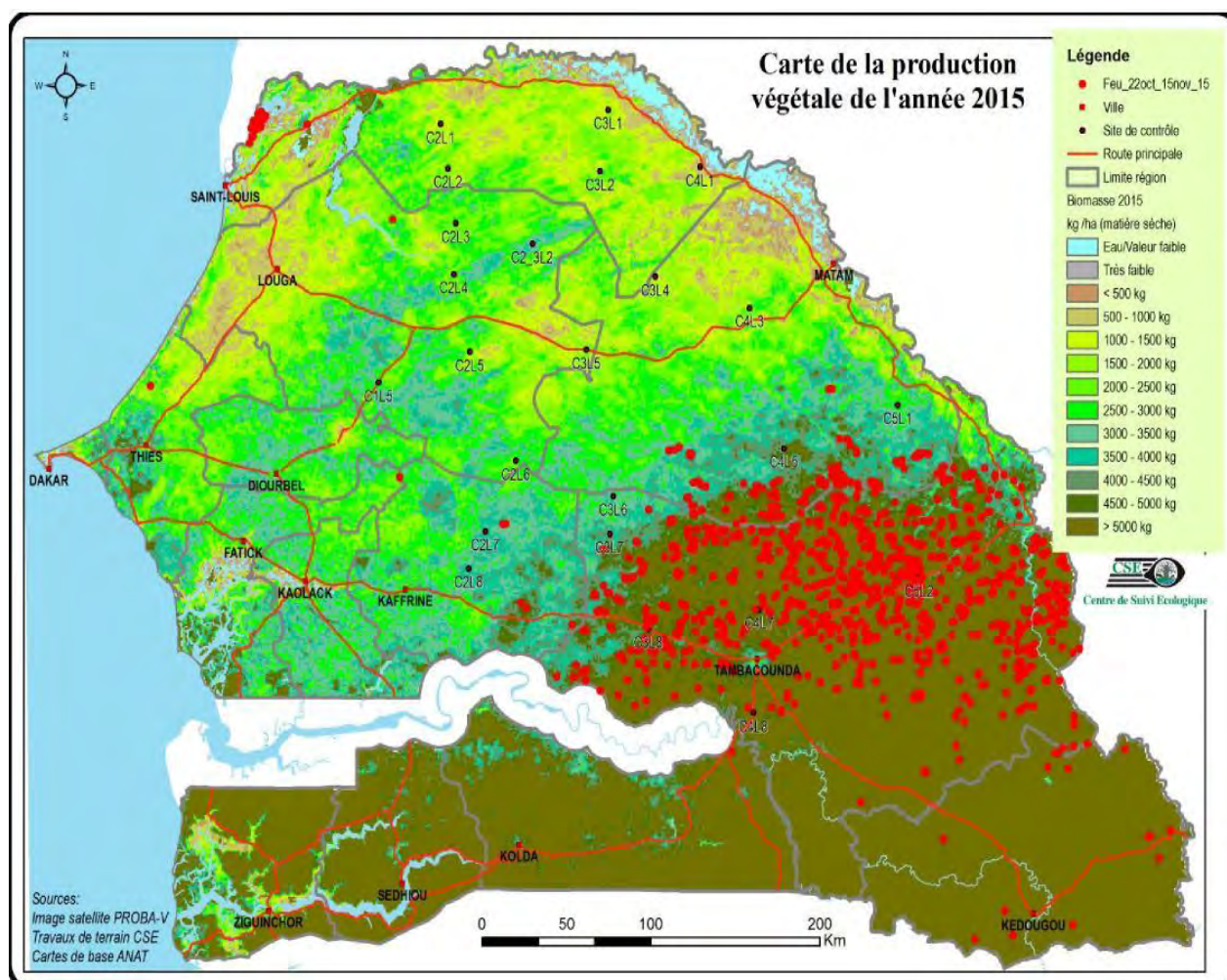


Figure 1: Carte de spatialisation de la production végétale et des cas de feux observés en 2015 : Source : Rapport CSE 2015

Les effets multiples des incendies sur l'environnement ont fait l'objet d'études approfondies. Leur impact environnemental et leurs avantages pour l'élevage de bétail dépendent du contexte agro-climatique. Dans les régions tropicales subhumides et humides, les incendies sont souvent utilisés pour contrôler la prolifération de certaines espèces ou catégories de plantes (principalement des espèces d'arbres) et pour maintenir un équilibre végétal entre les herbes (utiles au bétail) et les arbres.

Il s'agit notamment de la fonction des feux de savane qui permettent d'entretenir la couverture herbacée. Une savane régulièrement soumise au feu bénéficie d'une flore stable au sein de laquelle chaque unité de végétation est prédisposée à rester authentique (César, 1992). Dans les zones humides et subhumides, la cessation des feux est suivie de l'embroussaillage et d'une évolution vers une végétation boisée inutile à l'élevage.

La carte de la figure 1, ci-dessus, montre l'ampleur des feux dans la zone d'études

1.1.3.4. Mesures préventives contre les feux de brousse et de forêt

Les mesures préventives contre les incendies de végétation, qu'il s'agisse de végétation naturelle telle que les savanes ou forêts sèches ou des prairies entretenues, sont mises en œuvre de différentes façons :

- création et entretien de pare-feu végétaux et mise en place des feux précoces, dans des conditions où leurs effets restent limités ;
- réduction de la biomasse combustible en pratiquant la mise à l'herbe des animaux avant la saison à haut risque d'incendie.

Les pare-feu végétaux : ils contribuent à la protection de la végétation durant la saison sèche, en isolant les espaces, les uns des autres, par de larges bandes dont l'objectif est de réduire ou d'arrêter la progression du feu dans les broussailles, le tapis herbacé ou la forêt. Ils jouent un rôle important dans la maîtrise ou la prévention des incendies, notamment lorsqu'ils sont utilisés conjointement à d'autres mesures préventives ou de contrôle des feux (www.fao.org)

Cette technique contribue à la protection de la végétation et de la faune affectées par les incendies, à la protection de la biomasse végétale nécessaire aux herbivores sauvages et domestiques et à la régénération de la végétation. Dans les zones pastorales, les pare-feu végétaux sécurisent les brûlages contrôlés. Un pare-feu végétal est composé de bandes de terre, de 40 m de largeur environ, capables d'arrêter la progression d'un incendie ou d'en réduire la violence. Le sens du pare-feu est perpendiculaire à la direction du vent dominant. Nous distinguons plusieurs types de pare-feu végétaux, sélectionnés selon le type de sols, le type de végétation, le climat et le matériel disponible. On compte les pare-feu de sols nus ; les pare-feu végétaux ; les pare-feu de végétation native ; les pare-feu cultivés.

Le choix des arbres destinés à un pare-feu arboré (Louppe, 1992) doit être bien orienté. *Anarcadium occidentale* composé de feuilles persistantes avec des branches basses, peut être planté en ceinture avec un côté exposé au vent. *Gmelina arborea* également en ceinture empêche le feu de se propager car, les arbres ne brûlent pas et une route relativement étroite est alors suffisante pour arrêter la progression du feu. En Afrique tropicale, 2000 hectares de terres sont protégés par 100 à 200 hectares de pare-feu végétaux (FAO, 2016).

1.2. LES SYSTEMES DE PRODUCTION EN ZONE SAHELO – SOUDANIENNE

Le système de production agricole est défini comme « un ensemble structuré de moyens de production (travail, terre, équipement) combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou animale en vue de satisfaire les objectifs et besoins de l'exploitant et de sa famille » (Jouve, 1992). Il se

caractérise, entre autres, par les voies (techniques...) et les moyens (main d'œuvre, capital...) employés, mais également par niveaux de production atteints. Le ménage, ses ressources, les flux de ressources et les interactions au niveau de l'exploitation agricole, constituent ensemble, le système de production.

Dans la zone considérée, les populations vivent essentiellement d'agriculture (productions végétales) et d'élevage. Chacun de ces deux secteurs, développe d'importantes activités qui s'identifient aux systèmes de production spécifiques auxquels ils sont rattachés

1.2.1. L'agriculture

L'agriculture dans La Haute-Vallée du fleuve Sénégal, se caractérise par trois types de cultures possibles dans l'année : l'irriguée, la pluviale et celle de décrue. Cependant, les revenus qui en sont tirés, sont trop faibles du fait de son enclavement.

Le fleuve Sénégal (18.000 km de long) prend sa source dans le massif du Fouta-Djalon, situé en République de Guinée. Ce fleuve constitue les ressources en eau de surface les plus importantes du pays. Les apports sont de l'ordre de 20 km³ en année moyenne avec une forte irrégularité interannuelle (FAO, 2005).

Le développement de la riziculture, de cultures irriguées et l'implantation d'usines de transformation des produits agricoles (CSS, SOCAS...) ont généré des problèmes de pollution chimique des eaux qui viennent s'ajouter à ceux que la zone a longtemps connus comme l'érosion éolienne et hydrique, la salinisation et l'alcalinisation des sols.

Ainsi, 200 hectares d'anciens Périmètres Irrigués Villageois (PIV) ont été réhabilités pour les besoins du développement du Système de Riziculture Intensive (SRI). Dans cette mouvance, 18 unités pastorales à Matam ont été réalisées aux deux tiers, 4 châteaux d'eau, 12 parcs à vaccination et 8 magasins de stockage d'aliment de bétail sont sortis de terre. A ces infrastructures pastorales, il faudra associer 12 abreuvoirs avec des antennes dotées de bornes fontaines, 13 plans de gestion et des manuels de gestion. Toutes ces infrastructures existent, grâce à l'intervention du Programme d'appui au développement agricole et à l'entrepreneuriat rural (PADAER).

A Matam, les populations des terroirs villageois ont opté pour la création de périmètres polycoles équipés d'un forage et d'un système de goutte à goutte et la reprise du planage sur 200 ha d'anciens (PIV) en vue d'y développer le Système de Riziculture Intensive (SRI). Dans le cadre des activités du PADAER au niveau de cette région, les 10 sites abritant les périmètres polycoles et les organisations de producteurs porteuses ont été identifiés, de concert avec le Comité Consultatif

Régional (CCR) dirigé par le gouverneur de la région et sur la base des demandes des organisations de producteurs renseignées.

De façon spécifique, avec la construction des barrages, l'agriculture a évolué rapidement des systèmes traditionnels de production fondés en partie sur les cultures de décrue, vers un système de production entièrement nouveau axé sur l'irrigation. La véritable révolution agraire qui a découlé de ces aménagements implique une transformation des systèmes fonciers et se fait aux dépens des deux autres principaux secteurs complémentaires de l'agriculture dans le système traditionnel : la pêche et l'élevage.

Avant la sécheresse, la crue du fleuve submergeait ces différents secteurs permettant la mise en culture lors de la décrue. La dégradation de la pluviométrie, qui est à l'heure actuelle de l'ordre de 200 à 300 mm, l'allongement de la saison sèche qui dure près de 10 mois et la diminution des débits du fleuve, ont réduit de façon considérable, l'espace cultivable mais aussi le couvert végétal. En 1972, les cultures de décrue n'ont été possibles que sur 15 000 ha alors qu'auparavant, selon les années de 80 000 à 180 000 ha étaient mis en culture (D. Roquet, 2008). Les événements de 1989 ont certes contribué à une radicalisation des positions politiques au sujet du tracé de la frontière et une certaine méfiance mais, les relations entre les populations installées de part et d'autre du fleuve se sont poursuivies malgré de profonds litiges dictés par la compétition autour de l'accès aux ressources foncières

- 1.2.1.1- La Course à la Terre

"La course à la terre" consiste en l'accumulation foncière. Avant le désengagement de l'état, les terres de la vallée avaient deux régimes fonciers. Une partie était considérée comme zone pionnière sous la responsabilité de la SAED et une autre était zone de terroir, entre les mains du Conseil Rural. Avec le désengagement de l'Etat, il y a eu reversement de la zone pionnière en zone de terroir par le décret 87-720 du 4 Juin 1987. Ainsi, les terres sont désormais gérées par le Conseil rural qui est chargé de les attribuer. Les paysans locaux, face à l'arrivée massive d'entrepreneurs agricoles étrangers, font une "course à la terre" pour acquérir le maximum de parcelles de culture.

Cependant, les modalités d'attribution par le Conseil Rural laissent à désirer puisque la distribution se fait de façon anarchique ; il n'est pas tenu compte du cadastre rural qui d'ailleurs, n'est pas maîtrisé par les conseillers ruraux peu ou pas formés en cela. Alors qu'en système d'irrigation, la bonne disposition des parcelles par rapport aux ouvrages est essentielle (Boutillier J.L.1989).

Ainsi, les surfaces cultivées sont passées de 14 000 ha avec la SAED (de 1965 à 1987) à 28 000 ha en 1990 et à plus de 80.000 ha de nos jours. Cela explique la prolifération des Groupements d'Intérêt Economiques (GIE) qui sont passés de 11 en 1987 à 1217 en 1990.

- 1.2.1.2- Les couloirs de passage des machines

Initialement conçus pour le passage des machines, ces couloirs servent de parcours pour les troupeaux qui, conduits par des jeunes, divaguent dans les terrains de cultures. Cela aboutit régulièrement à des conflits sanglants. La réduction et l'étroitesse des parcours ne facilitent pas non plus au bétail l'accès aux pâturages et à l'eau. C'est là, plusieurs signes de la gestion peu rationnelle de l'espace utilisé qui, malheureusement, n'arrive pas à répondre à toutes les attentes. Comment donc maîtriser les aménagements si l'espace, qui en est la pièce maîtresse, n'est pas bien géré Les questions foncières, dans l'aménagement de l'espace, ne sont pas à négliger.

"La course à la terre" a ainsi, accentué le déséquilibre agriculture-élevage. Les aménagements n'ont pas été réalisés avec une prise en compte suffisante de l'élevage qui est pourtant, l'une des activités complémentaires à l'agriculture dans la zone.

1.2.2. L'élevage

La place de l'élevage paysan est prépondérante dans toute la vallée du fleuve Sénégal et même dans la basse vallée. L'élevage est une activité qui y est très répandue, quel que soit le milieu. Le long de la vallée, l'importance relative du cheptel villageois est proportionnelle à celle de la population.

L'élevage s'est maintenu jusqu'ici grâce à des pratiques basées sur une forte utilisation de l'espace. L'élevage pastoral existe sur 66% des terres d'Afrique (Nori et *al*, 2008). Au Sénégal, les surfaces dévolues aux pâturages et prairies permanentes représentent 29% du territoire national (FAO STAT, 2005 cité par Wane, 2006) et la plupart des exploitations pratiquent l'élevage extensif (37%) ou agropastoral (65%). Il fait appel à des modes de conduite bien pensés en rapport avec le contexte et les acteurs qui le mettent en œuvre.

L'élevage pastoral est un système d'élevage extensif, c'est-à-dire un système basé sur la mobilité saisonnière du bétail, suivant notamment la disponibilité des points d'eau et des pâturages.

- 1.2.2.1- Les modes de conduite des troupeaux dans la zone d'études

Au Sahel et en Afrique de l'Ouest (SAO), le pastoralisme transhumant, en tant que système de production animale, représente 70 à 90% de l'élevage bovin et 30 à 40% de l'élevage des ovins et

caprins (CSAO, 2007). Sa part dans l'offre de produits animaux est estimée à 65% pour la viande bovine, 40% pour la viande d'ovins et de caprins et 70% pour le lait (CSAO, 2007).

Les éleveurs de la haute vallée du Fleuve Sénégal qui évoluent en milieux sahélien et soudano – sahélien, ont des pratiques d'élevage adaptées aux conditions de leur milieu et basées sur des déplacements qui sont journaliers et saisonniers.

L'élevage pastoral est un système d'élevage extensif, c'est-à-dire un système basé sur la mobilité saisonnière du bétail, suivant notamment la disponibilité des points d'eau et des pâturages.

Avant d'investir une zone, les pasteurs procèdent à la prospection des points d'eau, à une évaluation de la production fourragère et à un examen des chances de coexistence pacifique avec les populations sédentaires. Un troupeau témoin est utilisé en vue de tester le secteur convoité et d'apprécier ainsi sans trop de risques les possibilités d'adaptation du zébu à cet environnement. Ils ne procèdent à aucun aménagement pastoral, exception faite à la mise à feu.

On assiste à plusieurs types de mouvements dont, les déplacements journaliers; les déplacements saisonniers et les mouvements pendulaires qui sous-tendent la transhumance.

- 1.2.2.1.1.- Les déplacements journaliers

Ils sont d'une amplitude de 7 à 10 km et se déroulent depuis le campement fixe vers les pâturages et les points d'eau. Les temps se décomposent successivement : pâturage matinal, traite et commercialisation du lait, pâturage jusqu'au soir avec abreuvement et rentrée tardive au campement.

- 1.2.2.1.2- Les déplacements saisonniers

Ceux-ci correspondent à l'abondance des pâturages d'hivernage et au repli vers les points d'abreuvement permanents ; ils ne dépassent jamais 50 km et sont plutôt de l'ordre de 20 km.

Ce type d'élevage est pratiqué par des pasteurs peuls dont la société est fortement hiérarchisée suivant l'assemblage : individus, familles, fractions, tribus.

Les échelons supérieurs donnent les directives pastorales et économiques aux agents d'exécution qui sont soit les chefs de famille, soit le bouvier au niveau le plus bas.

Ce mode d'élevage particulier est guidé par des objectifs bien ciblés, parmi lesquels :

- la recherche du pâturage et l'abreuvement régulier des bêtes ;

- le déplacement des troupeaux laitiers vers les centres habités en vue de faciliter la commercialisation du lait ;
- la fuite devant les maladies du bétail et les mauvais sorts ;
- la présence d'agriculteurs sédentaires hostiles ou l'abondance des parcelles cultivées entravant le pâturage et l'abreuvement ;
- la possibilité de mener l'activité principale qu'est l'élevage, même si le peul a de petites parcelles cultures vivrières.

1.2.2.1.3- Les mouvements pendulaires ou transhumance

A chaque étape de la transhumance qui subsiste même pour les vaches laitières entre le sevrage et la mise bas, les pasteurs établissent des campements sommaires. Les parcs de nuit sont aussi très rudimentaires, formés de branches et d'arbres abattus disposés en cercle, le tronc vers l'extérieur. Les animaux y sont rassemblés pour la nuit, sauf les veaux qui sont retenus à des piquets. Ils sont conduits au pâturage tôt le matin suivant une technique ancestrale pratiquée en zone sahélienne qui exige de grands espaces.

Grâce à un rayon de déplacement des bêtes très important (15km) et à l'extrême mobilité des campements, l'élevage transhumant exploite en saison pluvieuse de vastes régions inhabitées, dépourvues de points d'eau de surface permanents.

En saison sèche, les troupeaux refluent avec le tarissement des mares, vers les grands cours d'eau temporaires et se concentrent enfin au niveau des mares permanentes jusqu'aux premières pluies. Ce mouvement pendulaire (éloignement et rapprochement d'un point d'eau permanent), est utilisé lors de l'exploitation des pâturages sahéliens et appliqué tel quel dans les régions soudaniennes. Dès lors, la vocation de cet élevage est l'exploitation des parcours interstitiels et la durée du pâturage est longue, atteignant 12 heures par jour, avec parfois, lorsque l'herbe devient rare, quelques heures supplémentaires, la nuit.

L'arrivée de nouveaux transhumants dans des zones déjà fragilisées par la présence du cheptel sédentaire a été identifiée comme une des causes majeures du dépassement de la capacité de charge et la dégradation des parcours. Il devenait alors, une impérieuse nécessité de chercher à mettre en place, des stratégies de gestion efficace de l'espace, permettant de limiter les entrées dans un terroir donné dès que la charge animale atteignait son maximum. C'est l'esprit qui a prévalu à la création des Unités Pastorales.

Le pastoralisme apparaît, en fait, comme la principale activité de valorisation durable d'une ressource naturelle fragile et éparse en zones arides. En effet, il met en œuvre la flexibilité et la réactivité nécessaire pour s'adapter à des ressources dont la disponibilité géographique et temporelle est particulièrement inconstante.

Une des spécificités du pastoralisme est la transhumance, qui voit le déplacement saisonnier des troupeaux de zébus, de petits ruminants et de dromadaires conduits par des bergers entre deux zones de pâturages complémentaires, parfois très éloignées l'une de l'autre.

La transhumance est fondée sur l'alternance de la saison des pluies et de la saison sèche, et vise à exploiter alternativement des pâturages et des points d'eau. En hivernage, lorsque la végétation est abondante et les mares pleines, les cheptels occupent le nord du Sahel. Quand les points d'eau tarissent et les pâturages s'amenuisent, les animaux migrent vers le sud du Sahel où les savanes soudaniennes regorgent des ressources végétales.

Les causes de ces mouvements de bétail sont principalement liées à la recherche d'eau ou de pâturages, en fonction des saisons, à la protection des cultures d'hivernage ou à l'exploitation des résidus champêtres après les récoltes. Toutefois, du fait des variations climatiques, les pasteurs font face à de nombreuses contraintes dans leurs activités.

En zone sahélienne, à part quelques tentatives de culture autour des agglomérations, les éleveurs transhumants sont les utilisateurs exclusifs du milieu naturel.

Les systèmes adoptés sont caractéristiques du type d'élevage que l'on rencontre dans le Sénégal oriental et la haute vallée du fleuve Sénégal. Les troupeaux sont en déplacement sur les espaces pâturés pendant plusieurs mois. Avec une variation de l'intensité des déplacements en fonction de la disponibilité en fourrage et surtout en eau.

Il s'agit de systèmes majoritairement extensifs avec transhumance sur de longues distances à la recherche de pâturages et de points d'eau. Les politiques d'hydraulique pastorale ont contribué à réduire ces déplacements par la construction de forages et puits pastoraux et la délimitation, autour de ces puits, d'un espace de desserte appelé unité pastorale. Mais l'importance du cheptel et la vétusté de certains ouvrages ne permettent pas aux troupeaux un séjour prolongé dont l'effet sur les ressources naturelles serait plus dévastateur. Ces déplacements sont donc une forme d'adaptation aux conditions du milieu (Seré et Steinfeld 1995) définissent ce type de système d'élevage sous le terme de « LGA », qui veut dire : Livestock Grassland Arid Semi-Arid of Tropics and Subtropics. Il est caractéristique des régions tropicales arides et semi-arides et des régions subtropicales dont moins de 10% de la matière sèche consommée par le cheptel, proviennent des productions agricoles (pailles, sous-produits de

récolte ou cultures fourragères) et dont la production générée représente 90% la valeur totale des produits animaux. Enfin c'est un système dominé par des parcours pastoraux que les animaux paissent de façon itinérante.

Les ressources en eau sont constituées par les marres temporaires qui assurent l'abreuvement du bétail et les besoins domestiques pendant la saison des pluies et les forages qui polarisent toutes les activités humaines pendant la saison sèche (Diop, 1989).

La création des forages et la mise en place d'unités pastorales a induit une réduction des déplacements et une sédentarisation près des points d'eau permanents. Il s'ensuit une surexploitation des zones pâturées à proximité des ouvrages hydrauliques résultant de la pression combinée des hommes et du cheptel.

En ce qui concerne la conduite, les animaux utilisent directement les parcours naturels qui constituent la source presque exclusive de leur alimentation. Bovins et petits ruminants sont conduits séparément et lorsque la pluviométrie est satisfaisante, les déplacements hors de la zone de résidence sont moins fréquents (Diop et Guérin 1987). La productivité du troupeau dépend alors des conditions dans lesquelles il évolue. Par exemple, une bonne pluviométrie avec une production de fourrage satisfaisante ainsi qu'une prophylaxie adaptée, permettent de satisfaire les besoins d'entretien et de production (survie, reproduction et performances lait viande ou travail).

A noter aussi, que ce système extensif s'appuie beaucoup sur les peuplements ligneux des parcours pour compléter le régime alimentaire des animaux. Ici encore ce sont les petits ruminants qui en tirent le maximum de profit car les ligneux sont la principale source d'alimentation des caprins en milieu rural. C'est ainsi que les périodes difficiles correspondent aux moments où on remarque une pression accrue sur les ligneux par les différents utilisateurs (élagage des branches, accès direct aux feuilles et fruits, bois de chauffe, etc.)

Les systèmes d'élevage mixtes (agropastoral, pluvial ou irrigué) et intensifs (stabulation) décrits par Seré et Steinfeld, n'existent presque pas dans les zones pastorales du Sénégal oriental et de la haute vallée du fleuve. Les seuls animaux que l'on retrouve parqués dans les concessions, sont les petits ruminants, notamment, les ovins dont le cycle de production est relativement court.

Les facteurs à l'origine de la transhumance transfrontalière : En général, les motifs de la mobilité pastorale sont les suivants:

- l'accessibilité au fourrage en quantité (notamment après une saison des pluies déficitaire) et en qualité (pour rechercher certaines espèces végétales comme *Andropogon gayanus* et *Zornia glochidiata*, et les résidus de récoltes, etc.) ;

- l'insuffisance de l'eau d'abreuvement pour le cheptel en saison sèche ;
- le souci d'éviter les dégâts champêtres en saison pluvieuse ;
- l'abandon des zones affectées par les maladies animales ;
- la recherche d'éléments minéraux (cure salée) ;
- le souci de réduire les risques de perte de bétail par vol ;
- le souci d'éviter les conflits inter ethniques ;
- la recherche de gènes pour améliorer la productivité du troupeau ;
- l'insécurité liée à la prolifération d'armes de guerre et au banditisme.

La grande transhumance qui est notée au niveau de l'Afrique de l'Ouest a lieu entre le nord et le sud (Anonyme, 2008). En effet, les pays côtiers font partie des zones éco-climatiques subhumides et humides, avec une période de croissance de l'herbe supérieure à 180 jours. Dans ces milieux, la végétation est dominée par les savanes à graminées vivaces qui ont la faculté de produire des repousses d'excellente qualité fourragère pendant la saison sèche et qui, en plus, sont très recherchées par le bétail. C'est cet avantage comparatif des conditions éco-climatiques, y compris les meilleures conditions d'abreuvement, des pays côtiers par rapport aux pays sahéliens, qui déterminent les flux de transhumance dans le sens Nord-Sud.

Cette transhumance en direction des régions du sud, est un phénomène très ancien. Mais, c'est surtout à travers son ampleur (nombre de pasteurs), la distance parcourue (de plus en plus longue) et la violence des conflits qu'elle engendre, qui font qu'elle est considérée comme un événement. Deux raisons peuvent expliquer ce phénomène: (i) la disparition des maladies liées aux zones humides (trypanosomiase, onchocercose) ; (ii) les crises qu'ont connues les systèmes de production des pays sahéliens et qui ont obligé les éleveurs à chercher de nouveaux pâturages.

Au cours de ces mouvements, les éleveurs vont donc au sud chercher l'eau, les pâturages et les espaces où ils peuvent se déplacer librement avec leurs troupeaux.

La transhumance répond avant tout à des contraintes écologiques mais elle peut résulter aussi de facteurs agricoles, sanitaires, économiques et socioculturels. Elle peut alors prendre différentes formes selon la période et le contexte. On distingue ainsi deux types de transhumance (Abbagana et Youla, 2009) : la petite et la grande.

- **La petite transhumance**

Elle a pour but, soit, de valoriser les résidus de récoltes, soit, d'accéder aux meilleurs pâturages ou de laisser la place aux cultures; cette forme de transhumance est très répandue et elle permet de réduire les conflits avec les agriculteurs. Très souvent, les déplacements se font au niveau national. Mais, ils

peuvent être transfrontaliers notamment pour les pasteurs installés non loin des frontières (par exemple déplacement de part et d'autre du Fleuve Sénégal par les éleveurs en saison des pluies, déplacement d'éleveurs du Mali au Burkina, du Niger au Burkina et vice versa).

- **La grande transhumance**

En Afrique de l'Ouest, elle se fait en saison sèche et ne répond pas à un schéma rigide dans ses modalités, son organisation et sa fréquence. Elle correspond à des mouvements de grande amplitude du bétail (nord-sud à l'aller et sud-nord au retour). Les distances parcourues s'estiment à plusieurs dizaines, voire, centaines de kilomètres, et dépassent fréquemment les frontières du pays d'origine. Ce type de transhumance concerne avant tout, les bovins qui ont une demande en quantité et en qualité de fourrages plus importante que les caprins ou les ovins.

En saison sèche (de janvier à mai), le parcours aller de la transhumance est plutôt constitué de points stratégiques (points d'eau, aires de pâturages, marchés, cures salées, gués, etc.) que les éleveurs cherchent à relier (Convers *et al.*, 2007).

Ils ne suivent donc pas une piste bien précise puisque les champs ne sont pas cultivés à cette période. Leur itinéraire relève de la tradition mais s'articule autour de la présence de certaines ressources pastorales « clés » (fourrage et eau essentiellement). Au moment du retour de la transhumance et lors des déplacements quotidiens sur le terroir d'attache en saison des pluies, des pistes précises appelées couloirs sont empruntées par les éleveurs, pour faciliter leur passage à travers les terroirs agricoles. De plus en plus, il y a une tendance au balisage de ces couloirs, pour sécuriser les déplacements des animaux dans ses zones.

Plusieurs facteurs contribuent à une réduction drastique des espaces de pâturage, mettant ainsi les systèmes pastoraux dans une situation de précarité. Ainsi, dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, il est constaté :

- une progression rapide du front agricole : de l'ordre de 3 à 6 % par an, au détriment des terres de parcours ;
- la colonisation des espaces sylvo-pastoraux : elle prend de l'ampleur dans les régions soudano-sahéliennes situées au sud des pays sahéliens et au nord des pays côtiers ;
- des surplus agricoles qui sont souvent réinvestis dans le bétail, augmentant ainsi la pression sur les ressources.

Il est donc impérieux, de contrer l'avancée des champs qui engendrent de violents conflits entre agriculteurs et éleveurs,

Cette forme de transhumance intègre toujours un pays de départ et un pays d'accueil. Cependant, la prise en compte des zones qui sont traversées (ou zone de transit) et qui, parfois, peuvent être un

troisième pays, est nécessaire. Comme dans la transhumance « normale », l'éleveur conduit son troupeau sur un espace d'exploitation où il met en valeur tout au long de ses déplacements, l'herbe qui y pousse (Diakité, 2003).

Les productions (lait, viande, fumier) se font alors tout au long du déplacement et sont commercialisées sur l'ensemble de cet espace. La frontière (qui peut paraître virtuelle pour l'éleveur) qui est installée au milieu de cet espace ne change pas fondamentalement les principes de la transhumance (zone d'accueil et de départ, transformation des règles, etc. mais a tendance à amplifier la notion d'étranger. Des mouvements de troupeaux ont toujours existé dans cette zone. Cependant, la transhumance transfrontalière est apparue comme un phénomène massif après les sécheresses des années 1970 puis celles des années 1980.

1.2.2.2 – Les contraintes au développement de l'élevage en HVFS

Comme annoncé ci – dessus, l'espace à aménager subit le phénomène de la Course à la terre en défaveur de l'élevage, mais à l'avantage de l'agriculture ; les couloirs de passage des machines initialement conçus pour le passage des outils de travail et qui servaient de parcours pour les troupeaux ont tendance à disparaître ; les points d'abreuvement sont de plus en plus distants avec l'occupation du fleuve. Les principales contraintes identifiées se rapportent essentiellement à des conséquences engendrées par les aménagements pour la riziculture.

➤ Les restrictions imposées à l'élevage

Avant, les éleveurs disposaient entre les cuvettes inondables, de zones libres, non cultivées, disponibles pour les troupeaux. Maintenant, les pâturages existent exclusivement dans les zones non aménagées.

Or les périmètres villageois se multiplient rapidement sur les levées, le long du fleuve et des marigots. L'espace se compartimente. Si le troupeau est important, il faut l'éloigner de la vallée pendant la période des cultures irriguées.

Les points d'abreuvement au bord du fleuve ou des marigots sont souvent occupés par des périmètres cultivés. Au cours de la grande période de sécheresse, les pâturages sahéliens surchargés, ont subi une profonde évolution dans le sens d'une érosion en plage sur les sols les plus lourds, d'un élargissement des brousses tigrées, d'un remplacement progressif des graminées annuelles climaciques par des plantes à cycle court (*Zornia glochidiata*) laissant peu des pailles. Cette évolution est encore précipitée actuellement par une multiplication désordonnée des points d'eau permanents.

Devant la diminution de l'espace pastoral et l'appauvrissement des parcours induisant un manque de nourriture dû, à la fois, à la sécheresse et à la disparition du couvert graminéen, la migration des

pasteurs et de leurs troupeaux vers les régions soudaniennes plus pourvues, demeurent la seule solution à la portée des éleveurs.

C'est donc, le mode de conduite des troupeaux qui constitue pour les éleveurs, une des stratégies leur permettant d'assurer la survie de leur bétail et de mieux gérer la capacité de charge des pâturages, devant les contraintes posées, entre autres, par l'accroissement des périmètres et la précarité du climat.

➤ **Le repli de l'Agriculture et de l'Elevage traditionnels**

La culture irriguée gêne l'élevage, non pas tant, par sa superficie, que par son réseau infrastructurel. Le gardiennage est plus que jamais obligatoire même pour les petits troupeaux. Les parcelles ne sont pas protégées contre le bétail et les périodes de culture ont tendance à se multiplier : riz d'hivernage, polyculture de saison froide, riz de contre saison chaude.

Le recentrage de l'agriculture sur les périmètres irrigués et la diminution des surfaces cultivées, ont entraîné un appauvrissement de l'espace pastoral par la perte de pâturages post cultureux de qualité et, ont coïncidé avec une diminution des effectifs du bétail des cultivateurs.

Sur la base des travaux de Christian Santoir (1996), il a été révélé qu'il y avait, avant la sécheresse de 1972, beaucoup plus de gros bétail dans les villages. La majorité du cheptel bovin parti en transhumance en 1972-73 n'est pas revenue, les pertes avoisinant alors les 50 %.

Lors de la sécheresse de 1983-84, la mortalité a été vraisemblablement moins forte. Découragés, certains propriétaires ont préféré vendre leur bétail.

La sécheresse a été plus longue en aval de la vallée ; entre 1981 et 1984 et la pluviométrie y a été très faible, avec une baisse importante en 1983. En amont, à Matam et Bakel, seules les années 1983 et 1984 ont été déficitaires, avec un creux en 1984. Les années 1990, 1991 et 1992 reçurent peu de pluies et ont compromis la reprise des naissances constatée à Matam en 1990. Ces variations de la pluviométrie ont des répercussions immédiates sur le cheptel bovin. Il y a eu peu de naissances en 1983-84. Les conséquences de ces classes creuses apparaissent nettement trois à quatre ans plus tard. Les taux de fécondité en 1991 sont très bas (20 % seulement à Podor, contre 39 % à Matam). Le faible niveau de reproduction pose le problème de l'alimentation du bétail, de son mode de conduite et de l'insuffisance des pâturages naturels et post cultureux. Toutefois, la faible proportion de jeunes dans les troupeaux, peut s'expliquer par un déstockage précoce dû à la sécheresse ou à des besoins d'argent pressants.

Malgré tout, le croît brut (naissances-morts) du cheptel bovin s'est établi autour de 10 % en 1990-91, avec de fortes différences le long de la vallée : - 12 % à Matam et 4 % seulement à Podor - dues

essentiellement, aux conditions du milieu (pluies, pâturages). Avant la sécheresse de 1972, le bétail peul dans le Ferlo s'accroissait de 11,9 % par an (Fayolle, 1974).

L'irrégularité des pluies et l'absence d'inondation, tout comme, les superficies cultivées en décrue et sous pluie, autrefois importantes, ont entraîné la perte de pâturages post culturels de valeur.

Dans la Vallée, les producteurs s'investissent de plus en plus dans la culture irriguée dont le calendrier interfère avec celui des cultures traditionnelles. Les superficies occupées par les périmètres irrigués, connaissent une progression rapide avec des superficies aménagées (et pas toujours cultivées) de plus en plus importantes.

De façon plus générale, le secteur de l'élevage au Sénégal et dans les autres pays du Sahel connaît de nombreuses contraintes dont les principales sont :

- La réduction des zones de pâturage consécutive à l'extension des centres urbains,
- L'empiétement continu des projets d'investissement agricoles et miniers sur de grandes étendues de terres pastorales,
- La centralité de l'agriculture au détriment de l'élevage, dans les grands aménagements hydro-agricoles publics,
- L'occurrence d'événements extrêmes liés au changement climatique, qui impactent négativement le développement de l'élevage en général, et le pastoralisme en particulier (inondations, pluies hors saisons, sécheresse...)
- «La culture pastorale qui est un véritable patrimoine» qui s'oppose aux politiques de développement de l'élevage tendant à une modernisation du secteur par la sédentarisation des troupeaux et l'amélioration des races locales, qui, du reste, n'ont pas réussi à relever le défi de la maîtrise de la transhumance et du développement pastoral.

C'est dans ce contexte que les Unités pastorales (Up) ont été introduites d'abord au Sénégal Oriental (PDESO 1980), puis, dans la zone du Ferlo au Centre du Sénégal (PAPEL 1990), pour promouvoir l'élevage. Cette innovation découle d'une approche communautaire de sécurisation structurelle et durable de l'accès des pasteurs aux services socioéconomiques de base, aux infrastructures et aux ressources naturelles.

1.3. LES UNITES PASTORALES (U.P.)

1.3.1. Définition - Genèse

Les unités pastorales (SDAGE, 2011) sont des espaces définis sur un rayon d'environ 20 km autour d'un point d'eau principal (forage, puits, mare). A l'intérieur de ces UP, des règles de gestion consensuelle des ressources fourragères et des points d'eau sont définies par les acteurs. L'occupation de l'espace se fait de manière concentrique autour du point d'eau principal. L'UP peut être subdivisée en zones de pâturage, de régénération ou de culture ; de même, des pare-feu peuvent être ouverts autour de l'UP, pour préserver les ressources fourragères des feux de brousse pendant la saison sèche.

Les UP ont été créées, pour la première fois, dans la région de Tambacounda, en 1980, par le Projet de Développement de l'Elevage dans le Sénégal oriental (PDESO). Elles ont été réactualisées par le Projet d'Appui à l'Elevage (PAPEL) dans le Ferlo et ont été adoptées par d'autres projets tels, le Projet de Développement Agricole dans le département de Matam (PRODAM) et le Programme de Gestion Intégrée des Ecosystèmes du Sénégal (PGIES), notamment, au Nord du pays dans la région de Matam. Le PAPEL, pour ce faire, a ciblé deux grandes « écorégions » du Sénégal que sont, le bassin arachidier et la zone sylvo-pastorale où l'amélioration du système extensif transhumant basée sur une gestion durable des ressources pastorales notamment les pâturages et l'eau, étaient une nécessité. Dans l'esprit de la conception de l'UP, l'ensemble du domaine pastoral, généralement exploité de façon anarchique, est divisé en unités d'une étendue facile à contrôler et à administrer. A l'intérieur de ces unités, des règles d'exploitation pastorales pour la gestion optimale des ressources fourragères par les utilisateurs sont adoptées. L'Unité pastorale ou groupement pastoral, couvre une superficie de pâturages d'étendue limitée, gérée par un groupe d'éleveurs qui traditionnellement, l'exploite en commun.

Les figures 2 et 3 ci – dessous, donnent la situation des Unités Pastorales à travers la carte du maillage des Unités Pastorales (UP) créées par le PAPEL (figure 2) et le modèle – type d'U.P illustré par la collectivité locale de Thiel dans le Ferlo (Figure 3).

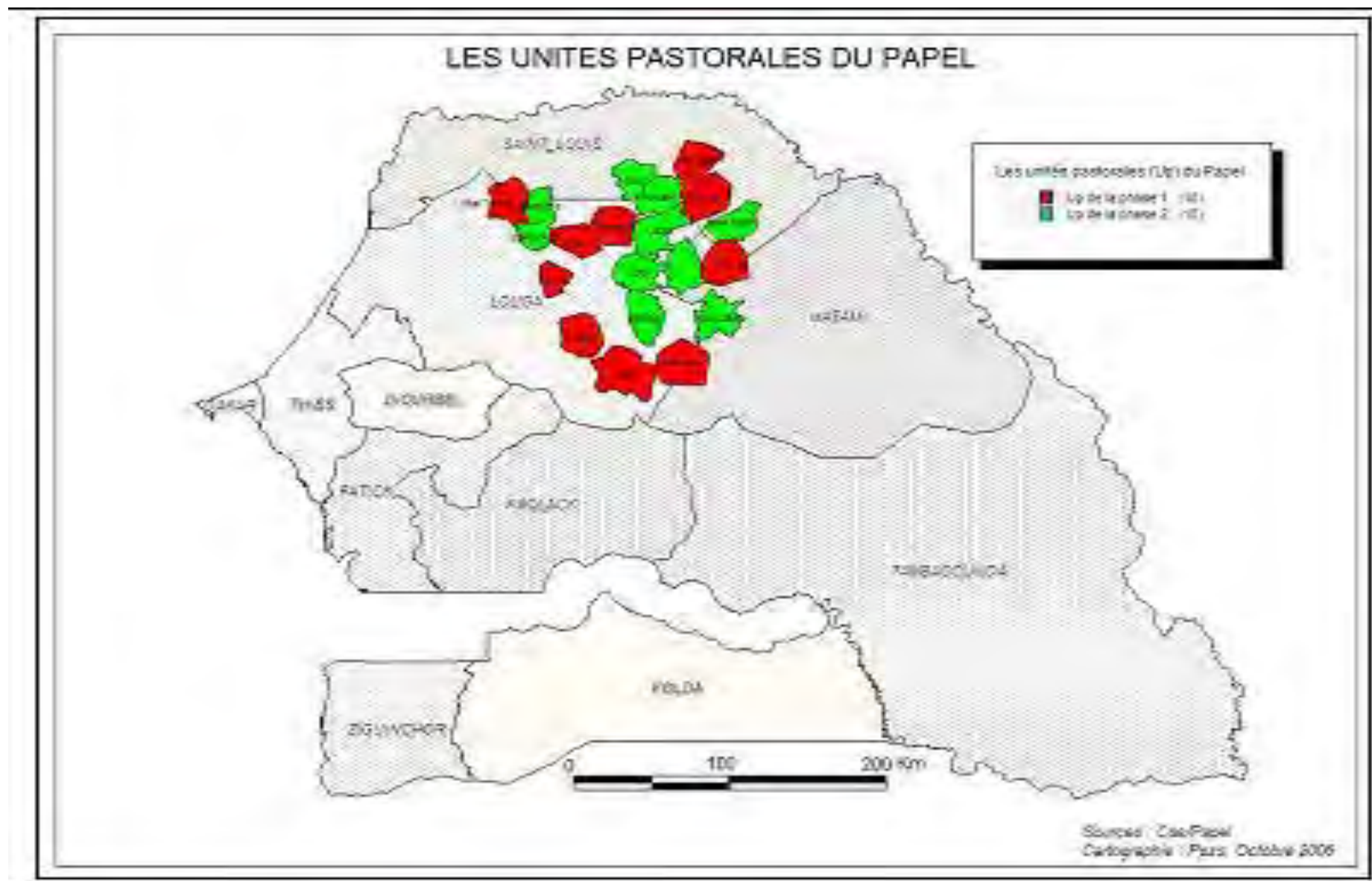


Figure 2: Carte du Sénégal : Situation d'implantation des UP dans la zone sylvo pastorale (Ferlo)

Modèle d'Unité Pastorale : Carte de l'UP de THIEL dans le Ferlo

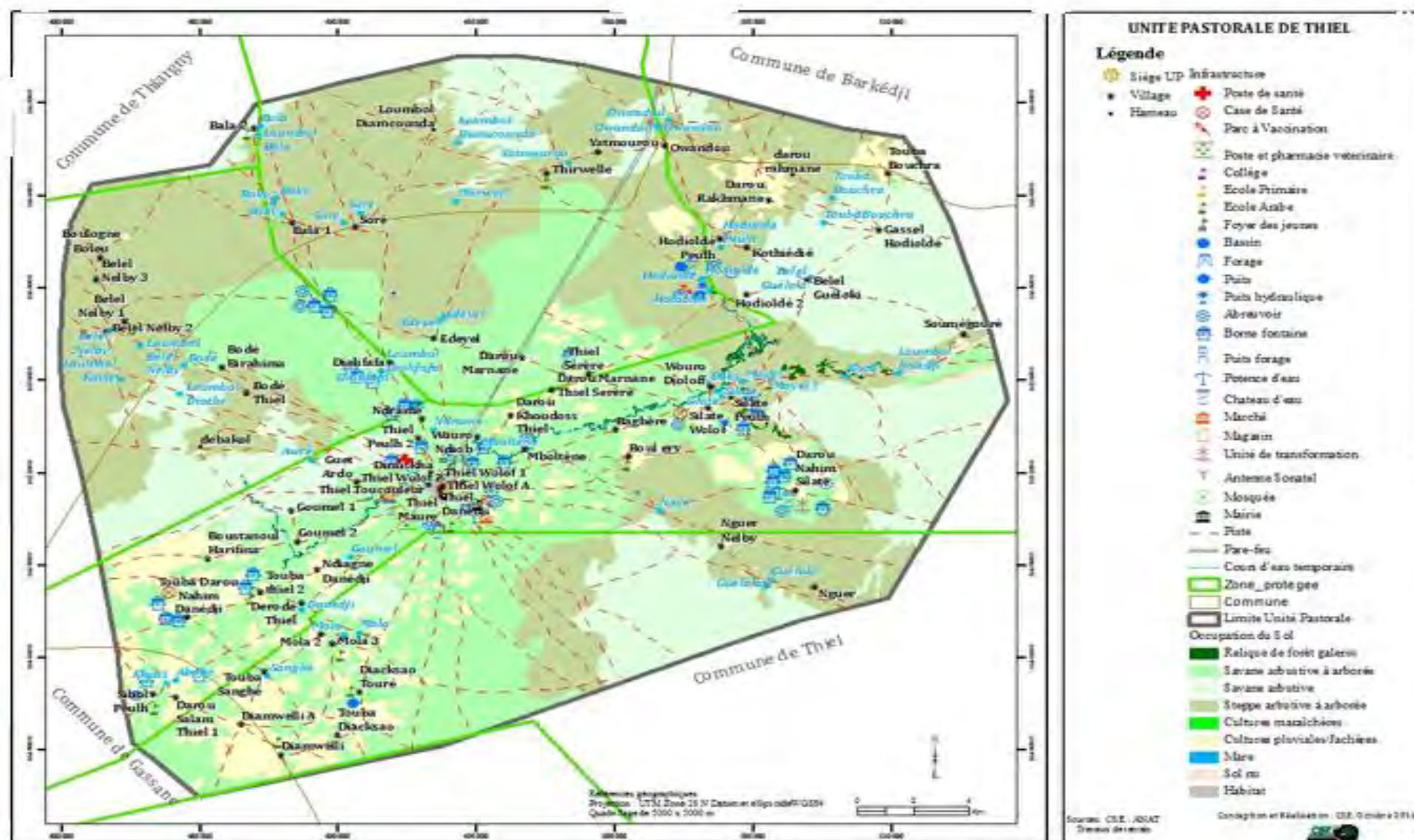


Figure 3: Carte de base d'une Unité Pastorale (UP) : Exemple de l'UP de Thiel (Ferlo) : Source : CSE – Dakar

1.3.2. - L'approche « unité pastorale »

Il s'agit d'une stratégie adaptée au contexte des zones sahélo – soudaniennes en ce sens qu'elle consiste en une approche communautaire intégrée, assortie d'une démarche de planification stratégique, auxquelles s'ajoutent des actions d'aménagement et de gestion durable des terroirs pastoraux.

C'est face à la concurrence spatiale (forte poussée agricole dans des zones originellement pastorales), que les autorités publiques ont tenté d'organiser une gestion des espaces et des ressources naturelles, afin de maîtriser une activité économique qui implique, dans le cas du Bassin arachidier, 47 % du cheptel total, 52 % des pâturages et 55 % de la production de produits finis de l'élevage tels, le lait et la viande (FAO, 1994).

En fonction des considérations sociales, historiques et des affinités définies par les populations entre les villages, les UP sont divisées en terroirs pastoraux (TP). Un Terroir Pastoral (T.P.) regroupe tous les villages situés dans un même secteur. Par exemple, l'U.P. de Malandou comprend les T.P. de (i) Gourel, (ii) Malandou, (iii) Fété Fowrou et (iv) Oudalaye.

1.3.3. Le plan de gestion de l'UP,

Le plan de gestion de l'UP est le cadre de référence des aménagements et des initiatives de développement local. Il organise la gouvernance des ressources communes dans les limites de l'UP, à savoir : l'accès aux services socioéconomiques de base (caisses locales d'épargne et de crédit, pharmacies vétérinaires, etc.), aux infrastructures (magasins de stockage d'aliments de bétail, parcs de vaccination, etc.) et aux ressources naturelles. En pratique, il s'agit de regrouper l'ensemble des campements se trouvant dans la zone d'influence d'une source d'abreuvement (forage, puits), couvrant un rayon de 15 – 20 km et partageant le même espace agricole et pastoral, les mêmes infrastructures et équipements communautaires, (forage, parc à vaccination, poste vétérinaire) ayant des intérêts socio-économiques convergents, pour amener les résidents à mutualiser leurs efforts en vue d'une gestion durable de leurs ressources. Ainsi, leurs aires d'intervention ne coïncident pas forcément avec celles des communes rurales qui sont pourtant les plus petites unités administratives des collectivités locales.

1.3.4. Les règles de gestion

Les règles de gestion de l'unité pastorale, prennent en charge le phénomène de la transhumance (accueil des transhumants et zone de regroupement du bétail) ainsi que les modalités d'utilisation des infrastructures d'exhaure. Le montant de la taxe d'abreuvement du bétail et les règles de réciprocité avec les autres UP sont également définis de manière consensuelle.

Par ailleurs, un plan de gestion du patrimoine pastoral définissant les objectifs de gestion et les moyens à mettre en œuvre, est élaboré de manière participative. L'unité pastorale est un groupement d'agro-éleveurs habitant un même espace géographique et partageant le même point d'eau (forage, mare, puits, etc.). La gestion des terroirs, dans le rayon de l'UP, est assurée par le groupement d'agro-éleveurs et fait l'objet de concertations qui ont abouti à l'élaboration du «Plan consensuel de gestion de l'unité pastorale».

1.3.5. Les outils de pilotage des UP

Dans ce cadre, il existe de nombreux outils de pilotage des UP. Entre autres, des plans de gestion et diverses cartes (cartes de base, cartes des secteurs, cartes morpho - pédologiques, cartes de synthèse, cartes d'occupation des sols, cartes des formations pastorales) sont régulièrement utilisés (Ka, 2000). Il est à noter que, les plans de gestion sont des documents élaborés avec les différents acteurs, pour récapituler les objectifs et tâches assignés à chacun dans les UP divisées en plusieurs secteurs. Ils prévoient les dispositions applicables à chacun de ces secteurs. L'enjeu déclaré de la politique sectorielle au Sénégal est de faire de l'élevage pastoral le « vivier » du dispositif de « modernisation accélérée » de l'élevage et de « sécurisation de la transhumance », c'est-à-dire de son confinement aux limites d'une UP.

Pour assurer une gestion efficace de ces Unités Pastorales, il convient d'avoir une bonne maîtrise de la surface pâturée, du nombre d'animaux et de la production de fourrage dans l'aire considérée. Ces données permettent d'apprécier les potentialités pastorales d'un terroir à partir d'un outil de gestion introduisant la notion de capacité de charge.

1.3.6. Les limites des unités pastorales

Elles sont approuvées lors d'enquêtes approfondies et ne sont pas dressées uniquement sur la base des ressources en pâturages et en points d'abreuvement mais, en tout premier lieu, sur les formes actuelles d'exploitation collective du groupe d'éleveurs concerné. Partant, des considérations liées à l'orientation des politiques des pouvoirs en place et de la position des infrastructures, peut être à l'origine de dysfonctionnement remettant en cause l'harmonie et la cohérence des groupes formés.

Dans le cadre de la gestion de l'Unité pastorale, il est fortement recommandé de toujours prendre en compte, la charge pastorale dont la maîtrise est gage de productivité et durabilité pour le cheptel.

Parmi les outils de gestion mis en place, à cet effet, la capacité de charge fait partie des plus utilisés et des plus efficaces pour gérer la maîtrise de la charge des parcours disponibles dans chaque zone ciblée.

1.4. LA CAPACITE DE CHARGE DES PARCOURS NATURELS

La notion de charge animale intègre la surface pâturée, le nombre d'animaux et la production de fourrage. Les parcours sont habituellement des espaces ouverts, hétérogènes, que les animaux exploitent irrégulièrement et imparfaitement, au gré de leurs déplacements. Le recours à la charge animale (on parle aussi de capacité de charge) a ainsi, l'avantage de donner un ordre de grandeur du nombre d'animaux susceptibles d'être affouragés, dans les limites raisonnables d'une exploitation rationnelle des parcours. La charge d'un parcours se définit comme le nombre de têtes de bétail, ou mieux, d'Unités de Bétail qu'il peut supporter sans se dégrader, ni compromettre sa production future.

1.4.1. Les Unités de bétail

Pour un certain nombre d'applications, il est nécessaire d'utiliser une unité commune pour décrire le nombre d'animaux d'espèces différentes, avec un seul nombre qui exprime la quantité totale de bétail présent, sans tenir compte de la composition spécifique. Dans ce but, le concept de "coefficient de correspondance" a été conçu et attribué aux différentes espèces, selon leur taille et / ou poids moyen. Il permet de comparer les différentes espèces ou catégories au sein de la même espèce, avec une unité de mesure du nombre de têtes de bétail qui leur serait commune. Dans le cas de nos pays, c'est l'Unité de Bétail Tropical (UBT) et le poids métabolique qui sont utilisés.

1.4.1.1- L'Unité de Bétail Tropical (UBT)

Ce concept, fournit une méthode pratique pour quantifier une grande variété de différents types, espèces, catégories et tailles de bétail, d'une façon standardisée. Selon Boudet (1991), une « unité bovin tropical » peut être définie comme un bovin de 250 kg à l'entretien. C'est l'U.B.T. équivalent au L.S.U. des pays de langue anglaise (L.S.U. = Livestock Standard Unit). Différentes méthodes pour obtenir les coefficients de correspondance entre espèces, ont été utilisées mais aucune n'a été totalement satisfaisante. Plusieurs formules servant à estimer les UBT, peuvent être utilisées dans diverses parties du monde, en fonction des espèces et races de bétail en présence. L'UBT peut ainsi prendre les valeurs suivantes pour quelques espèces adultes : chameaux : 1,0 UBT; Bovins : 0,7 UBT; moutons/chèvres 0,1 UBT. En s'appuyant sur le coefficient de correspondance pour les animaux de poids différents au sein des « Unités de Bétail Tropical », rapporté au poids métabolique, il apparaît que 5 moutons ou chèvres de 30 kg, consomment autant qu'une vache de 250 kg. De la même façon, deux buffles d'environ 425 kg, consomment autant que 3 bovins de 250 kg. Pourtant, de façon précise, ils ne peuvent être comparés de cette façon que lorsque les différentes espèces consomment les mêmes aliments, ce qui n'est pas toujours le cas. Certains points sont à noter, lorsqu'on utilise les UBT : il est relatif à la pression de pâturage, où il apparaît des différences entre

espèces, quant à leur comportement lors du pacage/broutage et leurs capacités d'alimentation qui altèrent les coefficients de correspondance. Le nombre optimum pour chaque espèce, dans un pâturage, dépend de la quantité d'herbes et autres fourrages disponibles et non pas du nombre total d'UBT et du total de biomasse. Par exemple, il y a peu de compétition pour l'alimentation entre les animaux « brouteurs » et les « paiseurs », ce qui déforme le coefficient de correspondance. Il en résulte qu'une charge de 0,4 UBT / hectare, composée seulement de bovins, peut entraîner du surpâturage tandis qu'une charge de 0,5 UBT/hectare, avec des moutons et des chèvres, peut être viable.

Pourtant, une seule formule pour estimer les UBT de cette façon, ne suffit pas à prendre en compte différentes variétés de bétail, (pouvant différer de façon significative en taille) et une approche différente s'avère nécessaire. Elle fait appel au poids métabolique.

1.4.1.2- Le Poids métabolique

Si les aliments sont à peu près les mêmes pour plusieurs espèces faisant l'objet d'une comparaison, le ratio des poids métaboliques fournit le meilleur instrument de comparaison. Cette relation exprime le fait que des animaux plus petits produisent davantage de chaleur et consomment davantage de nourriture par unité de taille que ne le font les animaux plus grands (Heady, 1975). Dans des conditions de ressources provenant du pâturage, la moyenne des consommations volontaires des espèces, est équivalente d'une façon remarquable, à environ 1,25 fois les besoins de conservation (1 pour l'entretien ; 0,25 pour la production, à savoir : la croissance, la reproduction, le lait, etc.). Le poids métabolique est donc considéré comme la meilleure unité pour rapporter des animaux d'espèces différentes, aussi bien pour le volume total d'aliments consommés, que des quantités fèces déféqués ou de produits créés.

1.4.2. La charge d'un pâturage

Avec le dictionnaire des sciences animales (Meyer, 2016), nous pouvons noter que la charge de bétail correspond au nombre d'animaux que l'on va placer sur un terrain de surface donnée pendant un temps donné. Ce facteur est un des paramètres essentiels à définir préalablement si l'on souhaite réaliser un pâturage optimal pour la biodiversité. Il y a surpâturage si la charge animale réelle d'un espace donné, dépasse sa capacité de charge. Autrement dit, la capacité de charge (carrying capacity, stocking capacity) d'un pâturage correspond à la quantité de bétail que ce parcours peut supporter sans se dégrader, le bétail restant en bon état d'entretien et assurant même une production (croissance, lait....) Aussi, pour R. Bellefontaine et col (FAO,1997), la charge d'un parcours se définit comme le nombre de têtes de bétail, ou mieux d'UBT qu'il peut supporter sans compromettre

sa production future. La consommation de l'UBT étant limitée à 6,25 kg de matières sèches (MS) par jour, un simple calcul, connaissant la biomasse en kg de MS/ha, permet de connaître le nombre de journées de pâture par hectare pour la période d'utilisation possible.

Selon Dominique HERVÉ (1990), la capacité de charge est un ratio, défini par le nombre maximum d'herbivores qui peuvent pâturer une surface donnée, sans détérioration de la végétation. D'autres définitions font référence au temps. On parle alors de « nombre d'animaux d'une même espèce que peut supporter une prairie durant un temps déterminé ».

Lorsque la capacité de charge est dépassée il y a surexploitation et donc dégradation des parcours. L'estimation de la capacité de charge est basée sur le besoin d'ingestion de matière sèche de l'animal standard pour son entretien. Par exemple, la ration quotidienne d'un bovin standard en matière sèche de fourrage est estimée équivaloir à environ 2,5% de son poids, soit 2,28 T de matière sèche de fourrage par an pour une Unité de Bétail Tropical (UBT) de 250 kg de PV. On détermine la capacité de charge en pesant la biomasse fourragère offerte par le pâturage et en lui appliquant un coefficient d'utilisation de la biomasse qui est fonction du type de végétation, du mode d'élevage et de l'espèce. Puisque la biomasse produite annuellement change suivant les conditions pluviométriques, la capacité de charge d'un espace donné, peut également varier d'une année à l'autre.

La troisième version complète du "Dictionnaire des Sciences Animales" mise sur Internet (ed.sc 2016), distingue :

1.4.2.1. la charge globale

Dans certains systèmes d'exploitation incluant des parcelles non exploitées certaines années (repos, mis en jachère...), c'est le nombre moyen d'animaux (de kg vif d'animaux, d'UGB ou d'UBT) divisé par la surface totale exploitée au cours de ces années.

1.4.2.2. la charge instantanée

On parle aussi de « stocking density », pour chaque pâturage : Elle correspond au nombre d'animaux par unité de surface, chargée à l'instant présent (généralement, la journée). Pour un système de pâture continue, le taux de charge et la charge instantanée seront identiques. Pour des systèmes en rotation, la charge instantanée, exprimée en nombre d'animaux par unité de surface, est toujours supérieure au taux de charge.

1.4.2.3. La charge réelle d'un pâturage :

C'est le nombre d'animaux ou d'UBT supportés multiplié par le nombre de jours de cette charge.

- **Le taux de charge** peut être défini par le nombre d'animaux d'une certaine classe d'âge, ou par le nombre d'unités animales (UBT, UGB...) ou par le poids vif (en kg) par unité de surface, présents dans un pâturage.

- **La pression de pâturage** (grazing pressure) est le rapport entre la demande fourragère (par le bétail) et l'offre végétale (productivité de la prairie).
- **La Charge et le potentiel** : la charge tient compte des animaux et représente la sollicitation fourragère. Le potentiel tient compte de la productivité de la prairie au cours du temps.

1.4.2.4. Potentiels de charge des parcours

Il est à savoir que la biomasse mesurée en fin de saison des pluies se dégrade au fur et à mesure de l'avancement de la saison sèche. Boudet (1991) estime qu'en zone sahélienne et soudanienne, seulement un tiers de la biomasse mesurée peut être consommée à cause du piétinement, du vent, des termites. Il faut donc tenir compte de cette pondération dans le calcul de la charge. La production primaire consommable est obtenue en affectant un coefficient à la production globale. On estime qu'en saison des pluies, 50 % de la production globale sont consommables et en saison sèche, ce coefficient est généralement estimé à un tiers ($1/3$) par différents auteurs (Boudet G.; Lhoste P. et Toutain B., 1978).

Théoriquement, une perte de un tiers ($1/3$) est imputée aux piétinements et souillures par les excréments et urines des animaux. Le tiers restant doit être maintenu pour la "protection du sol", contre les phénomènes d'érosion. Boudet, (1983) quant à lui, estime qu'il y a toujours ce qu'on appelle « la biomasse potentiellement consommable » au cours de l'année, pour maintenir l'équilibre de l'écosystème pâturé. Cette proportion tient compte de la chute de productivité due au broutage pendant la croissance des espèces annuelles, des pertes par piétinement et de la nécessité d'un certain refus indispensable pour la protection du sol contre l'érosion éolienne et pluviale. En prenant en compte les autres effets particuliers aux différents milieux (soudanien et /ou sahélien), cette part peut varier du $\frac{1}{3}$ au $\frac{1}{4}$ de la production globale des parcours naturels.

Pour Grouzis (1984), le coefficient d'utilisation varie avec le type de pâturage, la saison et se situe entre 30 et 50%. Même si ces coefficients peuvent être contestés, l'essentiel est de savoir que plus le temps avance, plus, on enregistre des pertes obligatoires pour des raisons diverses (arrêt de croissance et assèchement de la végétation, attaque des insectes tels que sautereaux, termites ; piétinement et souillure, feux). Bien entendu, il en découle que plus, on tarde à couper (et au bon moment), plus il y a risque de diminution de la production primaire. Tenant compte des transformations que peut subir la strate herbacée de par l'action du bétail et de par l'évolution naturelle des composantes du parcours, il nous est paru plus conforme de réajuster les coefficients d'utilisation à $1/3$ en zone sud et $1/4$ dans la zone nord de la HVFS.

La charge, si elle peut s'évaluer sur une année, peut l'être également, en raison des contraintes, par saison, à savoir, en saison sèche (SS) ou en saison des pluies (SP). De même, il est admis que les charges des parcours de décrue ou de repousses après feux s'expriment sur les six mois de saison sèche. R. Bellefontaine, A. Gaston et Y. Petrucci (1997).

1.4.2.5. Bases de calcul de la capacité de charge (cc)

Lorsque l'herbe du pâturage diminue, la solution n'est pas aisée. Il est donc nécessaire de connaître et, la quantité d'herbe disponible et, les besoins en fourrage du bétail en présence. Ces données permettent d'évaluer la capacité de charge des parcours ciblés afin d'en assurer une gestion rationnelle.

Les bases d'estimation de la capacité de charge telles que présentées par « Bovins du Québec » (2007), reposent essentiellement sur la valeur énergétique du pâturage qui est souvent prise exclusivement en considération. La productivité potentielle du pâturage peut être exprimée, en UF/ha et, dans ce cas, le bilan fourrager régional est également évalué en UF. L'estimation qui en résulte, est acceptable lorsqu'il est possible d'apporter un complément azoté au bétail en période critique

La production de fourrage consommable est souvent utilisée pour estimer la capacité de charge en s'appuyant sur la notion de (ration d'encombrement moyenne) d'un herbivore domestique.

La consommation journalière d'un bovin est estimée habituellement à 2,5 kg de matières sèches pour 100 kg de poids vif, Cette consommation peut diminuer si la teneur en matières sèches est faible ou si le fourrage est peu nutritif.

Elle peut au contraire augmenter si le fourrage est riche. Pour les moutons, la consommation est voisine ainsi que les chèvres en stabulation, mais les chèvres pourraient consommer jusqu'à 5 kg de MS/100kg MS et par jour, en pâturage naturel.

Si la charge est un élément crucial du plan de pâturage, le moment de l'année et la durée du pâturage sont aussi importants à déterminer. Une parfaite maîtrise de la capacité de charge des parcours disponibles dans une zone donnée, permet de mieux concevoir les systèmes et stratégies adaptées pour arriver à une gestion durable des ressources pastorales.

A la condition que la production de fourrage soit évaluée en quantité de matières sèches et non en fourrage « vert », la capacité de charge peut être estimée indifféremment :

- en nombre de journées de pâture pour 1 UBT et pour un hectare:
- en nombre d'hectares nécessaires pour nourrir une UBT pendant 1 an
- en nombre d'UBT par ha et par an ou par saison (saison sèche / hivernage).

A la suite de l'ensemble de ces considérations tirées de la synthèse bibliographique, notre étude peut aborder sa seconde partie axée autour de la présentation de la zone d'études.

CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude a été réalisée dans le cadre de programmes initiés et mis en œuvre dans la Région administrative de Matam au niveau des départements de Ranérou – Ferlo, Kanel et Matam et dans celle de Tamba counda qui couvre les départements de Goudiry et Bakel. La situation administrative, le découpage zonal et les activités socioéconomiques des populations résidant dans la zone d'étude seront traités.

2.1. SITUATION ADMINISTRATIVE DE LA HVFS

La vallée du fleuve Sénégal s'étend de Bakel à Richard-Toll, formant un arc large de 10 km et de près de 400 km de long suivant les endroits. Elle constitue une terre d'inondation du fleuve qui imprime à cette zone écologique, une personnalité particulière liée à ses caractéristiques hydro géographiques. La Vallée, globalement, comprend (i) en rive droite : les régions ou *wilaya* du Trarza, notamment : les départements ou *Mouqhataa* de Keur Macène, Rosso et R'Kiz), du Brakna, du Gorgol et de Guidimakha et, (ii) en rive gauche : la région de St Louis (départements de Dagana, Podor et Matam), le département de Bakel et une frange du département de Goudiry, dans la région de Tambacounda.(GRDR, IFAN- AFD, 2014)

Du point de vue géographique, on distingue trois grandes zones hydro écologiques : la Haute Vallée au sud – est, la Moyenne Vallée qui se développe jusqu'à Podor et la Basse vallée incluant le Delta et s'étendant à l'embouchure du fleuve. La Haute Vallée du Fleuve Sénégal est située en amont de Bakel et se déploie le long dudit Fleuve, jusqu'à la frontière malienne et la rive gauche de la Falémé et couvre la plus grande partie de la Région de Matam (Voir carte de la figure 4) SAED (1998)

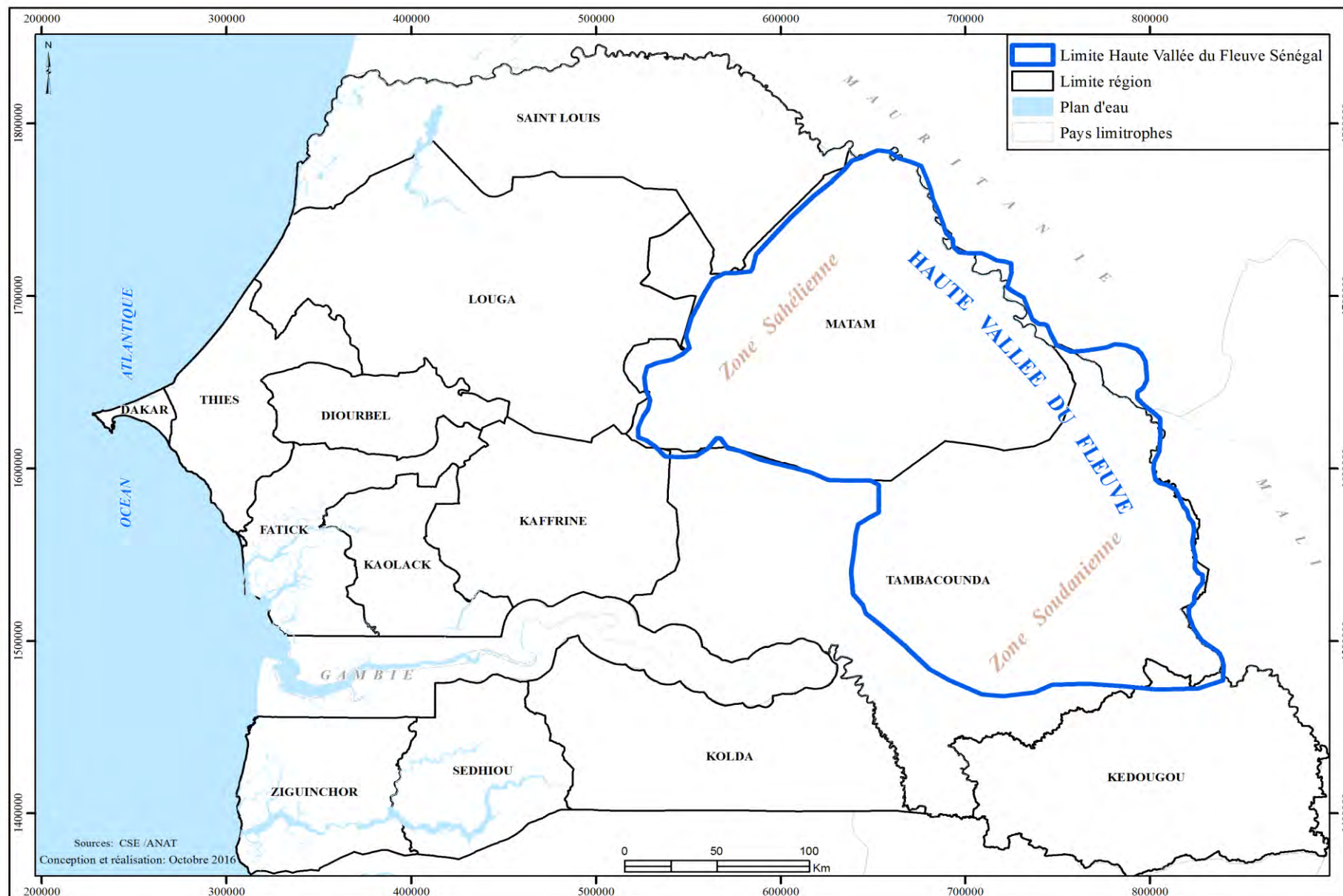


Figure 4: Carte du Sénégal avec « la zone d'études » (circonsrite en gras)

2.2. CARACTERISTIQUES BIOPHYSIQUES DE LA HVFS

Les caractéristiques de la Haute Vallées du Fleuve Sénégal (HVFS) sont appréciées à partir de la Position géographique occupée par les sites d'étude, des conditions climatiques qui y prévalent ainsi que de ses ressources hydrauliques, pédologiques et édaphiques.

2.2.1. Position géographique des sites d'étude

La première phase de l'étude a été abritée par les départements de Ranérou – Ferlo, Kanel et le nord du département de Matam, appartenant à la région du même nom.

Matam est une région agro-sylvo- pastorale constituée d'une partie du Ferlo, du Dieri et du Walo qui se prolonge au sud par la zone du Boundou (Est de la Région de Tambacounda).

Les sites qui ont servi pour la présente étude dans cette zone, se trouvent dans l'unité pastorale de Malandou qui est à cheval sur les zones couvrant les deux aires agro écologiques que sont : (i) le « Ferlo », situé au sud et ayant une vocation pastorale prépondérante ; (ii) le « Diéri », au Nord du « Sénégal », est marqué par ses activités commerciales et d'intermédiation ;

La partie nord étudiée, se trouve à l'intérieur de la zone dite « sylvopastorale » sénégalaise, qui est située dans le domaine sahélien et couvre environ 70 000 km², soit un peu plus du tiers du territoire Sénégalais.

L'espace parcouru et habité par les pasteurs, s'étend cependant bien au-delà du Ferlo, couvrant presque toute la partie du Sénégal située au nord de la Gambie. Les pasteurs parlent du Ferlo proprement dit (petite région qui se situe vers le sud-est de la zone sylvopastorale) mais aussi du Jolof, du Saloum et du Niani, du Cayor et du Bawol, du Waalo et du Fuuta, espaces traditionnels où ils retrouvent des conditions propres à maintenir la productivité du cheptel.

L'U.P. Malandou, qui centralise la partie nord de la zone d'études, est localisée dans la région administrative de Matam entre les latitudes 15° et 16° 30 Nord et les longitudes 13° 30 et 16° Ouest.

La 2^{ème} phase de l'étude s'est étendue dans la zone comprise entre 15° et 17° de latitude Nord. La vallée est entièrement située dans la zone de climat soudano-sahélien qui se caractérise par une courte saison de pluie. Cette partie de la Vallée du Fleuve Sénégal, couvre les départements de Bakel et Goudiry (région de Tambacounda) ainsi que le sud de la région de Matam. Dans le cadre de cette étude, 11 sites ont été identifiés qui sont des points de passage des bergers locaux et étrangers en transhumance. En effet, ce couloir est le lieu de passage des éleveurs sénégalais mais aussi maliens et mauritaniens. Des gîtes d'étapes caractérisent ces passages avec des aires de stationnement temporaire pour pasteurs et bétails et où des enclos de fortune sont aménagés. Ces

gîtes sont le plus souvent à proximité de villages ou de points d'eau permettant aux troupeaux de s'abreuver et à l'éleveur de camper pendant un temps plus ou moins long, avant de poursuivre leur chemin vers les bords de la Falémé. Les parcours pastoraux qui font l'objet de notre étude appartiennent à la région naturelle traditionnelle du « Boundou » qui occupe le Nord Est de la région de Tambacounda et la partie Sud.

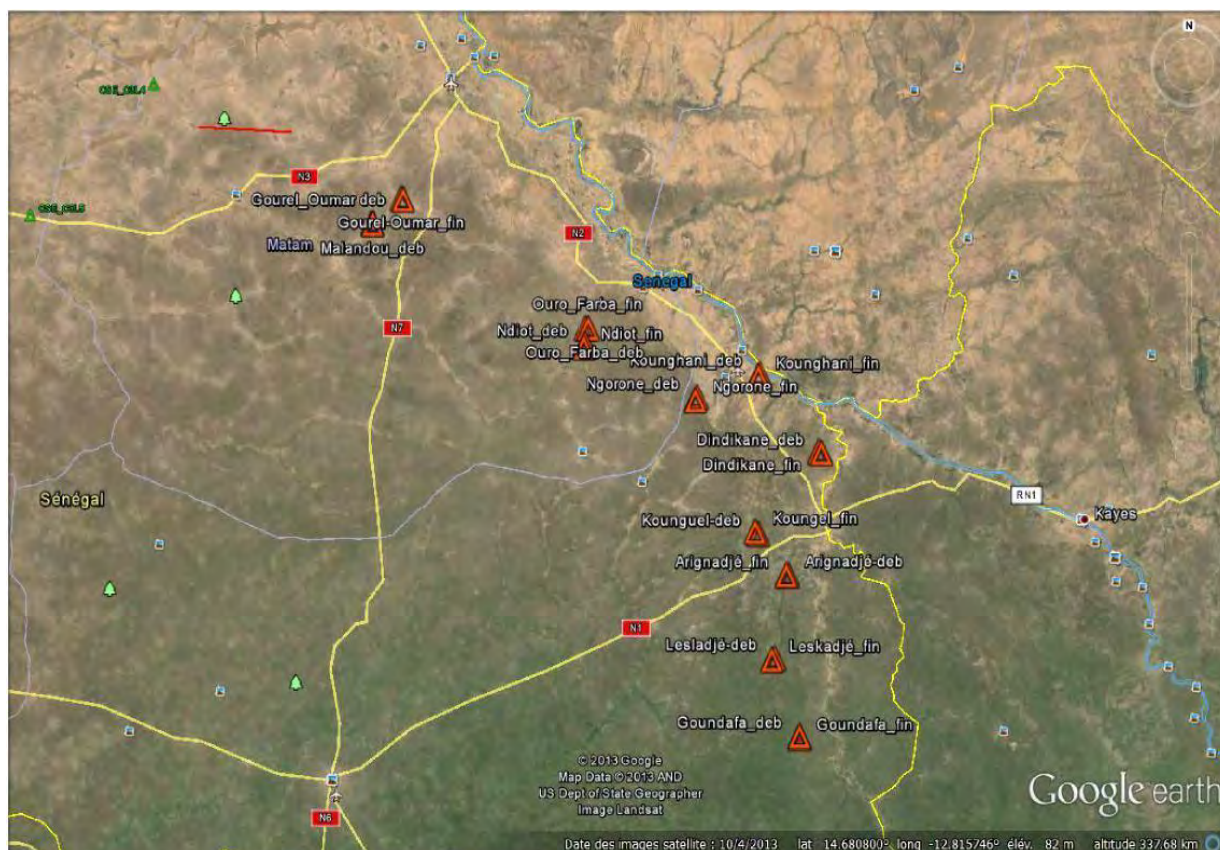


Figure 5: Cartographie de position des 11 sites de suivi des ressources pastorales (Image Google)

2.2.2. Données climatiques

Le Sénégal est à cheval entre les isohyètes 200 et 1200mm avec une pluviométrie irrégulièrement répartie dans l'espace et dans le temps. En effet, le changement climatique a induit une irrégularité interannuelle des précipitations, mais aussi une diminution des volumes précipités qui s'est traduite par un glissement remarquable des isohyètes vers le sud (Fall et al, 2001) dans un processus « quasi inexorable de désertification et de pauvreté économique » liée à la baisse de performance des systèmes de production.

Le climat y est de type sahélien et comprend trois principales saisons : l'hivernage ou saison des pluies (juillet à octobre), la saison sèche froide (novembre à mars) et la saison sèche chaude (avril à juillet) ou (période de soudure » difficile pour les troupeaux en raison de la raréfaction de la

nourriture. La pluviométrie est caractérisée par des pluies faibles, irrégulières, réparties sur 3 mois entre Juillet et Septembre. Dans l'ensemble, le nombre de jours de pluies diminuent du sud au nord. Aussi, des variations climatiques sont constatées mais elles sont une caractéristique inhérente au périmètre sahélien et ne représentent pas une situation exceptionnelle. La saison sèche est marquée par l'harmattan, vent chaud, sec, chargé de poussière qui résulte de la continentalisation des vents alizés provenant de l'Anticyclone des Açores. Son impact sur l'évaporation est notable. C'est ce vent qui justifie le port de turban par les populations de la zone pour se protéger de la chaleur.

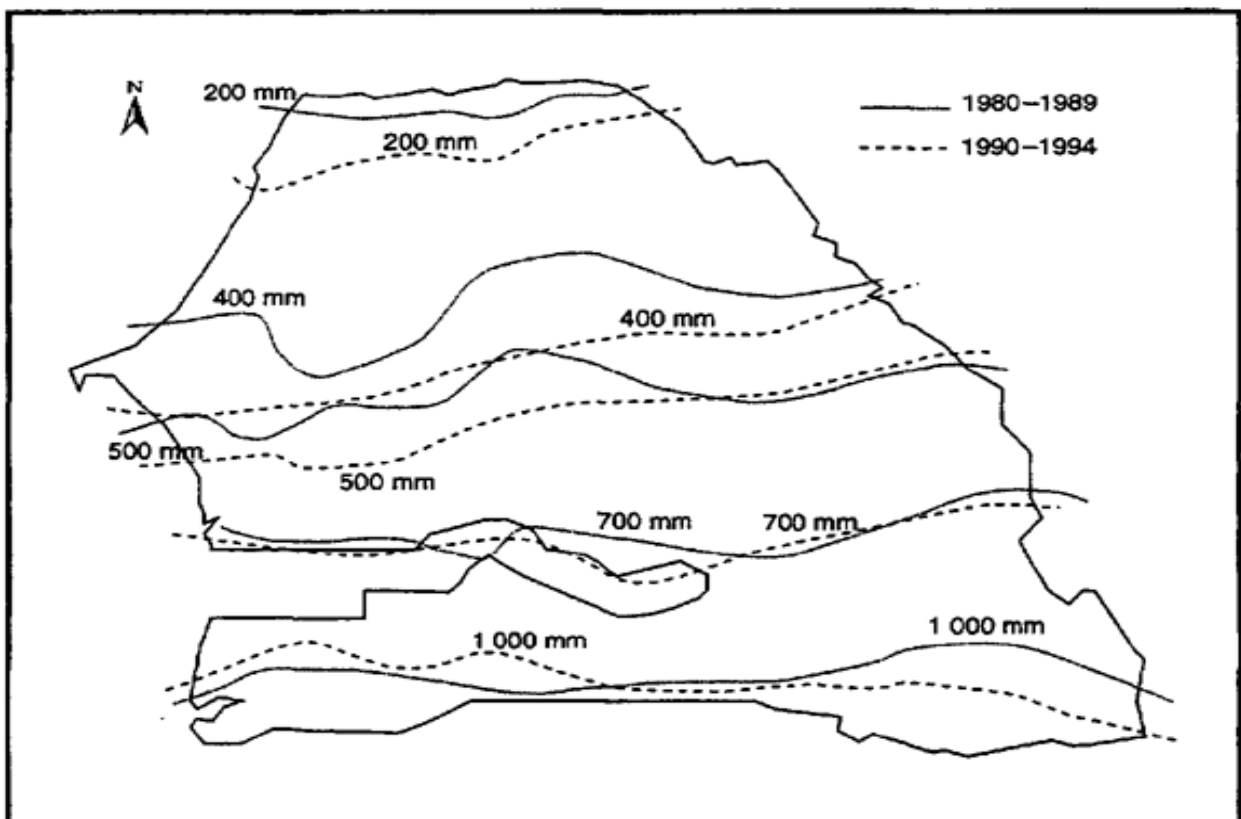


Figure 6 : Translation des isohyètes entre 1980 et 1994, (Source : Fall et al 2001)

2.2.2.1.- La pluviométrie

La pluviométrie de la Vallée et du Delta est caractérisée par des pluies faibles, irrégulières (intra et interannuelles) et réparties sur une courte période entre mi-juillet et mi - octobre. Les moyennes annuelles varient de 200-300 mm dans le delta et la basse vallée, 300 à 400 mm dans la moyenne vallée, 500 à 600 dans la haute vallée.

La zone d'études est ainsi caractérisée par une moyenne pluviométrique relativement limitée à (400mm) et des températures assez élevées

Il est à noter qu'entre 1970 et 2000, les pays de la zone sahélienne ont été confrontés à un déficit pluviométrique élevé qui, associé à une forte pression anthropique, qui façonnent le faciès de la végétation de la zone. Wagué (2008)

Dans la partie « Boundou », de la Haute Vallée (Sud Matam et Est Tamba), le mois d'Août reçoit plus de 60 % de la totalité des précipitations annuelles.

Sur l'ensemble de la zone, la répartition des pluies est très irrégulière et capricieuse tant, dans le temps que dans l'espace et affiche un gradient croissant d'aval en amont, allant de 200 à 700 mm/ an, selon les données de la Météorologie Nationale.

Tableau 1: Récapitulatif des moyennes pluviométriques en Zones nord et sud de la HVFS

Sites Résultats	HVFS : ZONE NORD		HVFS : ZONE SUD		
	Malandou	Matam	Bakel	Goudiry	Tamba
MOYENNES	400 mm	391 mm	595 mm	619 mm	717 mm
Moyenne / Zone	399 mm /an		644 mm / an		
Ecart- Type	145 mm	133 mm	132 mm	151 mm	184 mm

De 1990 à 2015, soit sur plus de 25 années de suivi régulier, la pluviométrie y a été mesurée par les équipes mises en place dans les différents villages - centres, et les relevés pluviométriques ont été enregistrés quotidiennement. Ensuite, ils ont été confrontés avec les données de la Météorologie nationale, ce qui a permis d'aboutir à la synthèse de résultats présentée aux graphiques des figures 7, 8 et 9 ci – dessous :

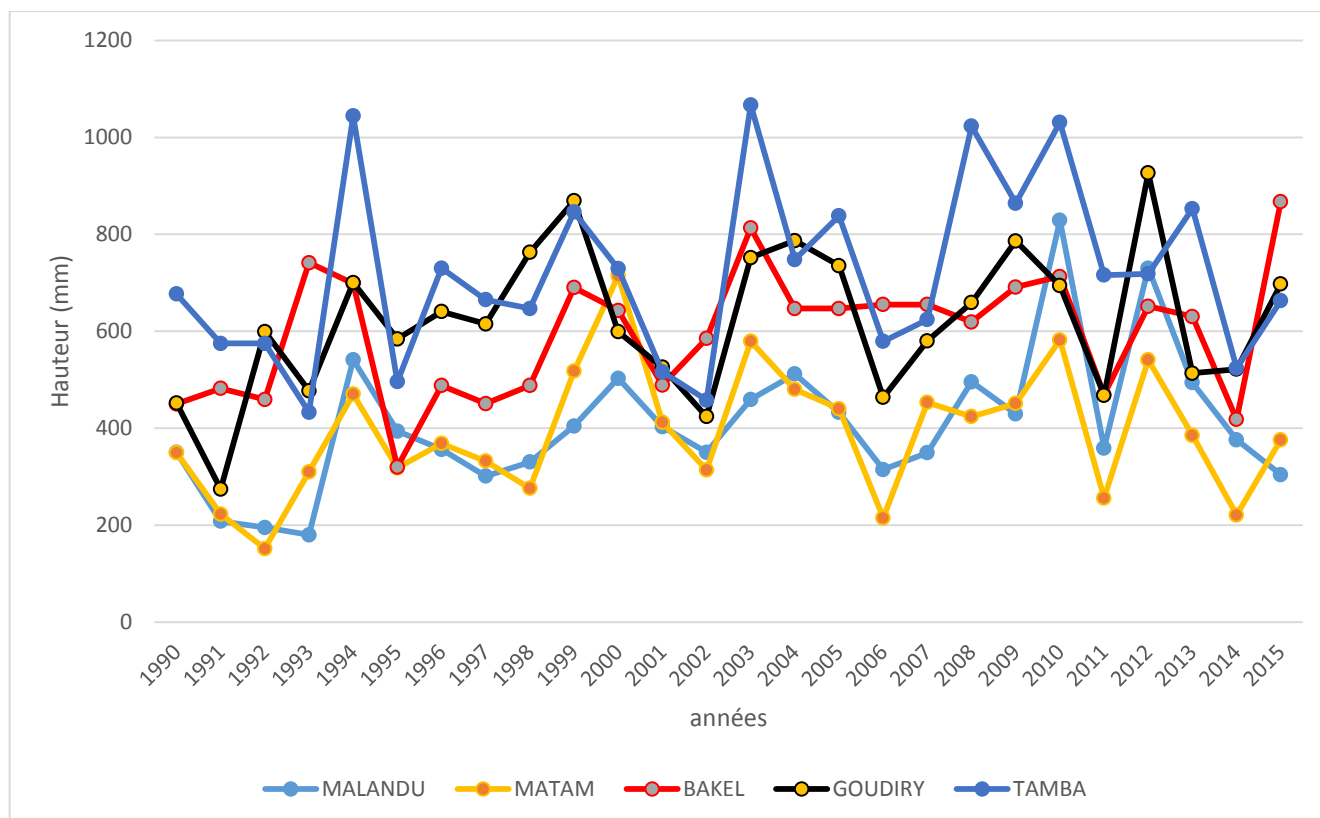
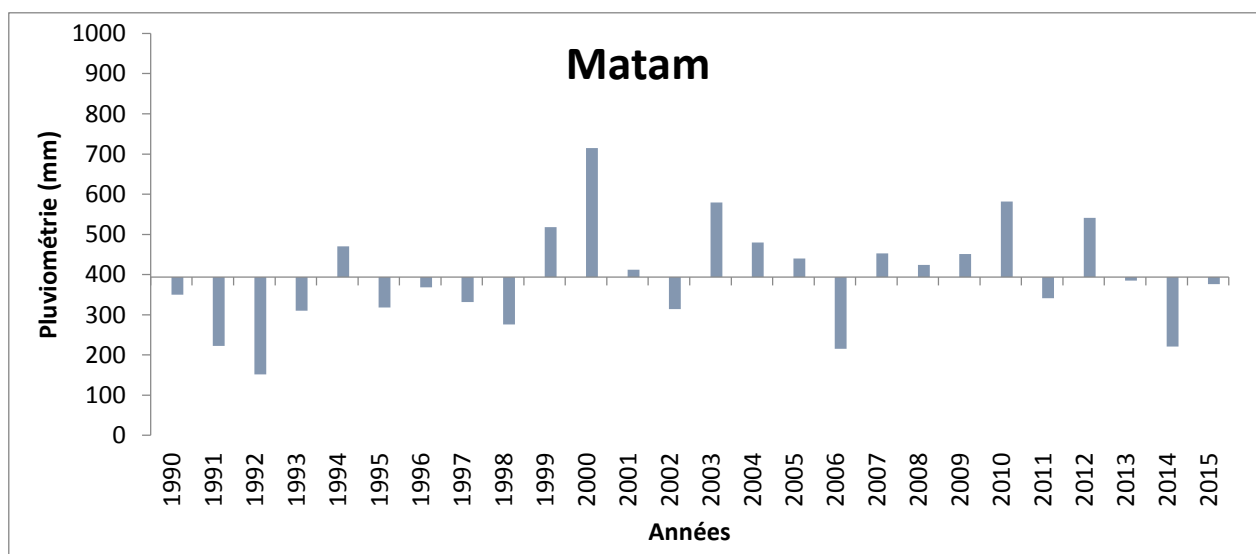


Figure 7 : Pluviométrie 1990 à 2015 : Synthèse des relevés enregistrés dans les stations ciblées



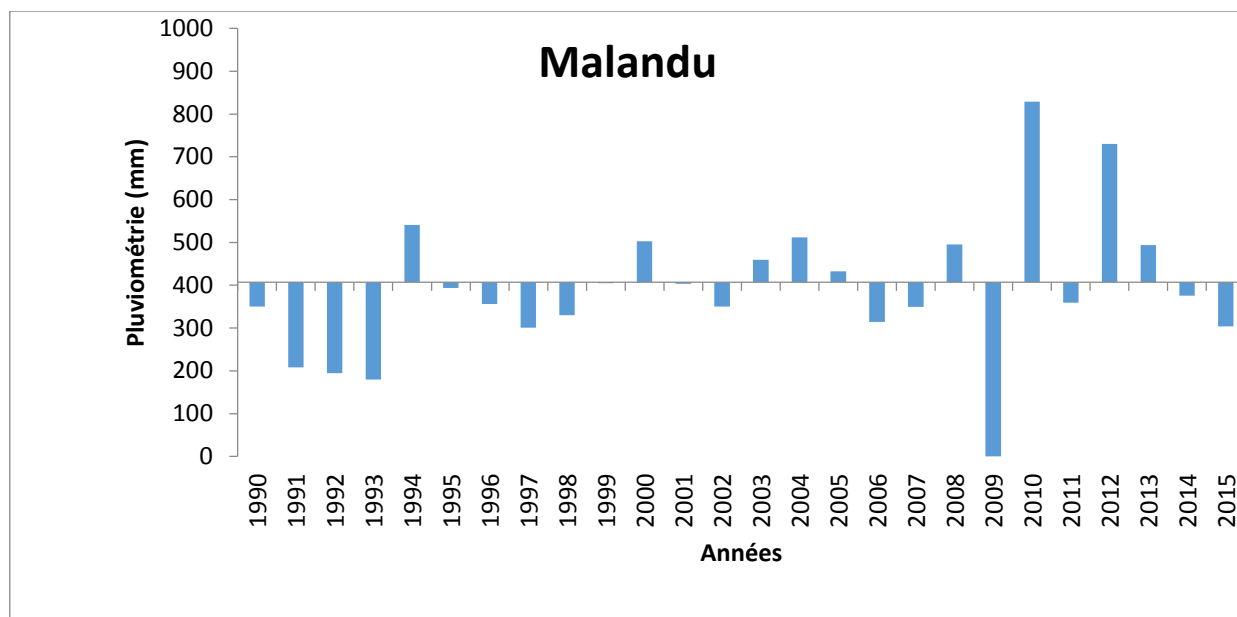
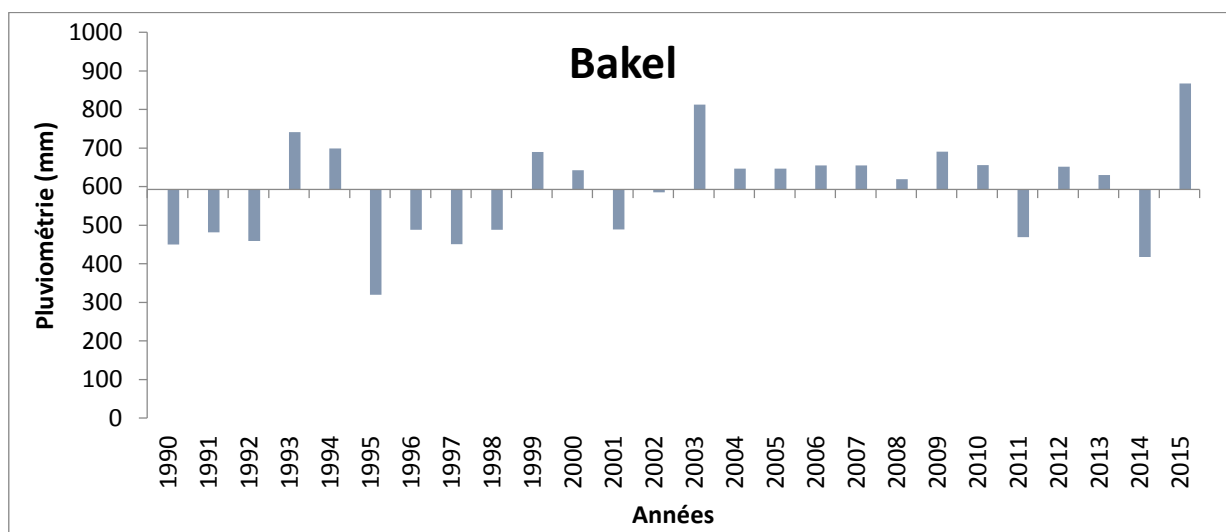


Figure 8 : 2 Graphiques « Pluviométrie » dans les sites de Matam et Malandou



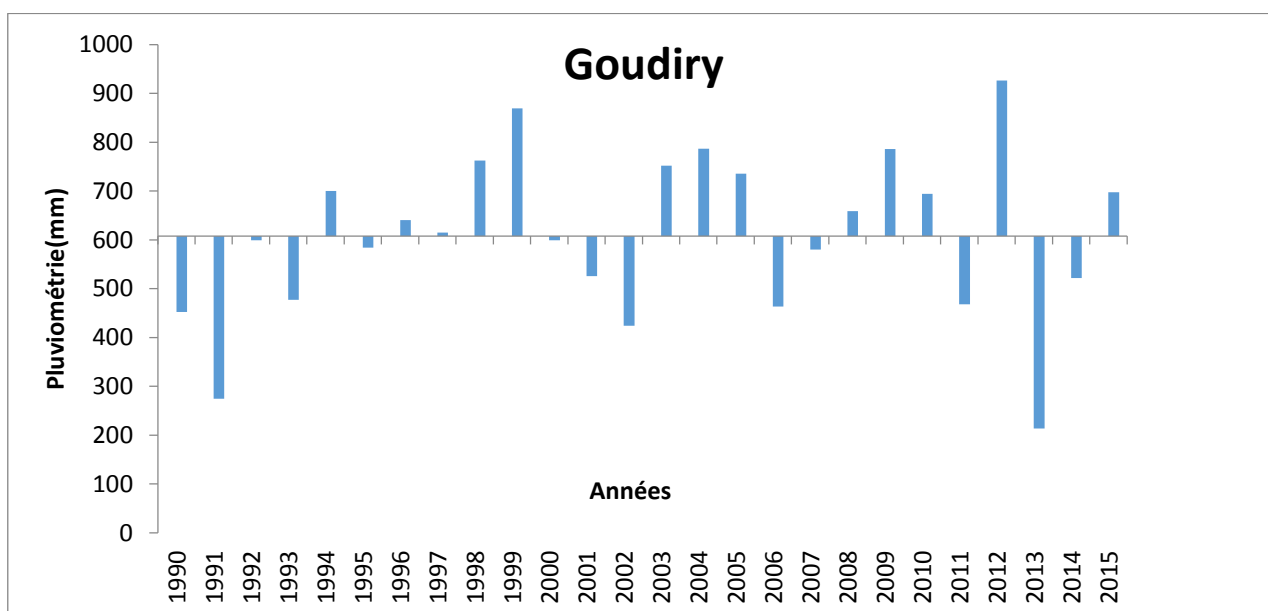
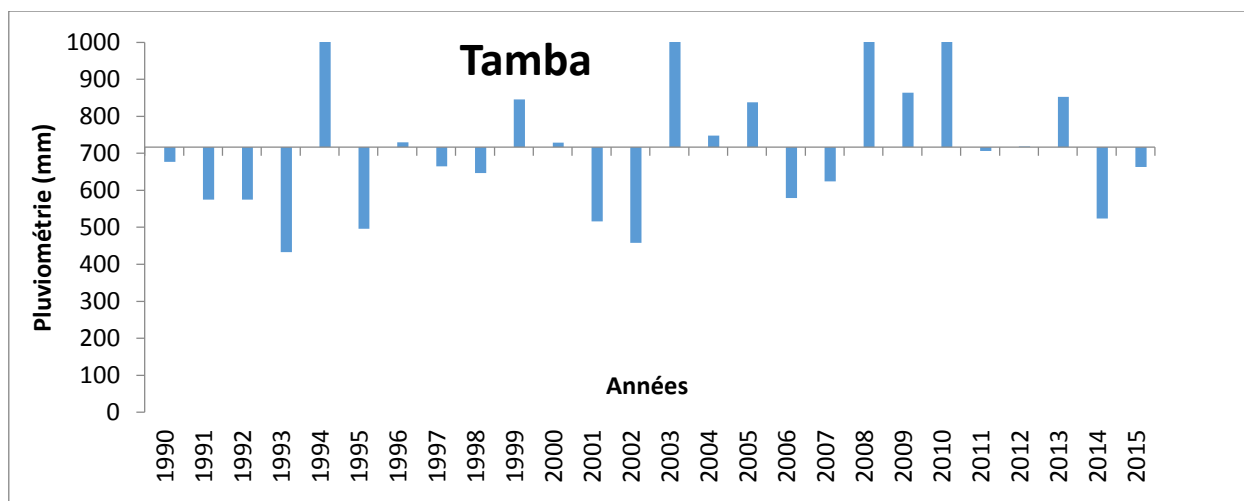


Figure 9: 3 Graphiques de la « Pluviométrie » dans les stations de Bakel, Goudiry, Tamba

Il apparaît, sur la base des résultats de 26 années de suivi, illustrées par les graphiques représentées dans les figures 9 et 10 ci – dessus, que :

- Pour la Station de Matam, il a été enregistré, pour une moyenne pluviométrique de 391mm/an, 14 années déficitaires et 11 excédentaires.
- Le site de Malandou, qui a fait 400 mm de moyenne pluviométrique compte 15 années déficitaires et 10 années excédentaires,
- A Tambacounda, pour une moyenne pluviométrique de 711 mm/an, il été décompté, 15 années excédentaires et 10 années déficitaires

- La station de Bakel a une moyenne pluviométrique de 595mm//an et a enregistré 15 années excédentaires et 10 années déficitaires et,
- Goudiry, avec une moyenne pluviométrique de 619 mm /an, comptabilise 13 années excédentaires et 12 ans déficitaires

Pour la zone Nord, couvrant les Départements de Ranérou Ferlo et Kanel, les données concernant les stations de Malandou et Matam, affichent sur la trentaine d'années des moyennes d'environ 400 mm/an, avec des maxima de 829 mm (en 2010) et des minima qui peuvent aller jusqu'à 151 mm (en 1992)

Au niveau de la zone « Boundou » (Département Matam et Région de Tamba), les données se rapportent aux stations de Bakel, Goudiry et Tamba. Elles se situent en moyenne à 644 mm, avec des maxima pouvant atteindre 1067 mm (en 2003) et des minima de 433 mm enregistrés à Tamba en 1993.

Les écarts – types calculés, varient entre 116 et 184 mm, confortant ainsi les moyennes affichées.

Ces résultats confirment la classification que nous avons adoptée avec une zone nord correspondant au domaine typiquement Sahélien et la zone Boundou, plus au sud qui peut être qualifié de sahélo - soudanienne

2.2.2.2.- Les températures

Les températures sont peu variables pendant la saison des pluies mais contrastées entre le jour et la nuit en saison sèche. Les minima sont de 12 à 16°C en saison sèche froide. Les maxima sont autour de 35 à 40°C en saison sèche chaude, voire plus en mai. Les températures augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'influence océanique, du Delta vers l'intérieur de la vallée. L'ensemble de la vallée est caractérisée par de très hautes températures. De mars à juin, à Podor et à Matam les moyennes dépassent 30°C et les maxima 40° C. On note une période de froid très sensible de Décembre à Février. Les coups de froid avec une température inférieure à 10° C perturbent, certaines années, la maturation des cultures de décrue. La terminologie toucouleur distingue cinq saisons dont la dénomination est liée aux précipitations et aux températures. Les saisons peuls sont les suivantes : (i) le "Dabundé" ou saison fraîche, qui va de fin octobre à fin février ; (ii) le "Tiédu", saison la plus chaude et très sèche, allant de mars à mai ; (iii) le "Deminaré" qui est la saison des premières tornades et s'étend de juin à juillet ; (iv) le Ndungu qui est la saison des pluies, couvre la période allant de juillet à octobre et ; (v) le "Kawléu ou saison chaude et humide, s'étalant de mi-octobre à mi – novembre.

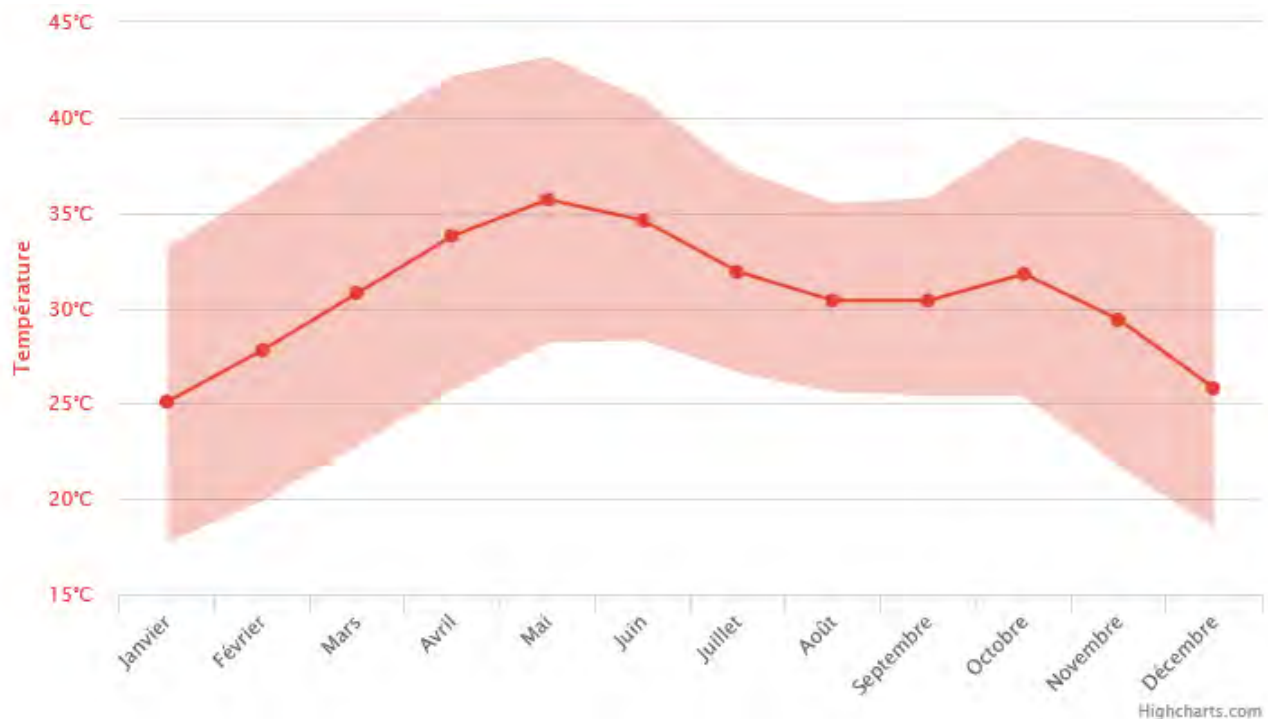


Figure 10: Températures moyennes mensuelles de la Région de Matam (Source Google -Station météo : MATAM (à 4km)

2.2.2.3.- Les Vents et l'humidité

Ils sont peu sensibles à l'influence des alizés maritimes, cantonnés sur la zone côtière de la vallée et sont soumis à l'harmattan (vent sec et chaud) en février - mars. De juin à octobre pendant la saison des pluies, les vents bienfaisants apportent la pluie ou la bonne température.

Aux mois d'avril-mai, souffle pendant la nuit, un vent qui apporte une relative fraîcheur. On note que l'humidité atmosphérique généralement faible et qui baisse fortement lorsque les vents secs font sentir leurs effets".

La haute vallée du Sénégal se caractérise par la faiblesse de sa pente ce qui explique la remontée du sel bien au - delà de Dagana en période d'étiage au moment où le débit est presque nul. Le régime du fleuve est sous la dépendance directe du régime des précipitations tombées dans le bassin supérieur (Guinée, Mali). Sans qu'il y ait une corrélation entre la crue et la hauteur des précipitations tombées dans la vallée. C'est ce que J. Santoir exprime en écrivant: "Il y a des années avec un bon hivernage et pas de crues, ou vice versa, des années avec une crue et une pluviométrie suffisantes à la fois enfin des années sans crue ni pluie et c'est le cas des sécheresses des années 1941 - 1942, 1972 et 1973.

2.2.3. L'Hydraulique,

L'approvisionnement en eau est assuré par le fleuve et le lac de Guiers, ce dernier étant alimenté en période de crue, grâce à la Taouey. Dans le Waalo ces deux cours d'eau permettent un ravitaillement

permanent en eau des populations riveraines ainsi que des troupeaux. Dans le Jééri par contre, la disponibilité en eau varie selon les saisons. En bonne année pluvieuse, apparaissent une multitude de mares au niveau des dépressions inter dunaires.

Les ressources en eau sont limitées et essentiellement constituées de nappes souterraines très profondes et des eaux superficielles pendant l'hivernage. En saison sèche ce sont les puits, forages-puits et forages, qui assurent l'approvisionnement en eau.

2.2.4. Les sols

Le découpage morpho-pédologique peut être présenté sous deux grands ensembles : le *waalo* et le *diéri* avec une zone de transition, dans la vallée, nommée *diediehol*.

Tout d'abord, les cuvettes de décantation, près du fleuve, appelées *hollaldé*, sont de vastes zones dépressionnaires plates et argileuses. Elles forment le walo avec les levées fluvio-deltaïques inondées appelées *fondé*. Notons ici le caractère salé de nombreuses dépressions du *waalo*, notamment, en aval (jusqu'à 200 km à partir de l'embouchure). Enfin, le *diéri* correspond à des zones dunaires non inondables.

La nature des sols de la vallée nous permet de comprendre les modes de cultures lesquels, sont directement en rapport avec l'activité pastorale dans la région. Nous adopterons pour cette étude la classification utilisée par beaucoup d'auteurs qui tiennent compte de l'appellation locale des sols. On distingue ainsi les sols du Waalo et les sols du Jééri.

Le Jééri constitue un vaste ensemble de sols légers, bleu d'origine dunaire, au niveau desquels s'arrêtent les plus fortes crues, Le Jééri n'est jamais inondé. On distingue (i) le proche Jééri réservé à l'agriculture et à l'élevage ; (ii) le moyen Jééri où est pratiqué un élevage semi - sédentaire et l'agriculture sous pluie; et (iii) le lointain Jééri où l'élevage est de type transhumant.

Le Waalo est la terre annuellement inondée, de Juillet à novembre, fermée et réservée aux cultures de décrue pendant la saison sèche. On distingue de bas en haut: **(i)** le "Holaldé", constitué par les terres noires compactes très argileuses. Elles sont très difficiles à travailler et ne sont cultivées que pendant les années de faibles crues. Ces terres sont réservées à la culture du sorgho, souvent associée au niébé et au béréf. ; **(ii)** le "Waalléré", est un très bon terrain silico-argileux utilisé pour le mil et le sorgho ; (iii) le "Faalo", constitue les berges même du fleuve, enrichies par des dépôts d'alluvions. C'est un terrain de Jardin cultivé en maïs niébé, béréf, patates et parfois tabac ainsi que des cultures maraîchères ; **(iv)** le "Fondé", constitue les terres hautes qui ne sont inondées que par des crues fortes. Elles sont faciles à travailler parce que légères.

2.2.5. La végétation

La végétation est celle du domaine sahélien, mais la vallée est influencée par la crue qui détermine la présence d'un pseudo-climat.

Bien que la topographie soit faible, nous avons des microreliefs qui influencent la composition floristique. Cette végétation parfaitement adaptée, selon Hiernaux et Le Houerou (2006), cité par Cocquet (2007), présente diverses caractéristiques qui y sont corrélées.

La zone est soumise à de nombreuses contraintes naturelles, animales et anthropiques qui façonnent le faciès de la végétation de la zone. La végétation se caractérise par une prédominance de *Acacia nilotica* (Gonakier) dans le Walo sur les sols « Hollaldé », *Balanites aegyptiaca* (soump) et *Acacia senegalensis* sur les sols « fondé » avec parfois d'une strate arbustive constituée de *Acacia seyal* (sourour), *Boscia senegalensis*, *Ziziphus mauritiana* etc.

Dans les terres du Jééri : L'aspect est celui d'une savane arbustive épineuse, plus ou moins dense. L'espèce dominante est *Acacia raddiana* accompagnée de *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *Boscia senegalensis*. Dans la partie Sud plus arrosée, les peuplements de *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea* font leur apparition. Après culture on retrouve *Bauhinia rufescens* et *Ziziphus jujuba*. Le tapis herbacé est composé principalement de plantes annuelles, essentiellement des graminées de type *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula* et *Dihetron spp.*

Dans les terres du Waalo, la verdure constatée en saison sèche, contraste avec un jaunissement du Jééri." On y rencontre divers peuplements tels, *Acacia nilotica*, *Vetiveria nigriflora*, *Oriza barthii*, *Hechinochloa*, *Panicum*, qui constituent de bons pâturages de saison sèche. Les rives du lac de Guiers sont peuplées de vétiveraies, de bourgoa (*Echinochloa stagnina*) et d'une typhaie (*Typha australis*).

Les plaines inondables de la Vallée du fleuve Sénégal apportent un troisième élément qui permet aux troupeaux, non seulement, de survivre mais aussi, de prospérer pendant la plus grande partie de la saison sèche. Après la récolte au Waalo en février-mars, les animaux sont amenés dans les plaines, où ils broutent les tiges feuillues de sorgho et de maïs, les feuilles de gonakiés (*Acacia nilotica*) et d'autres arbres et buissons ainsi que les herbes comestibles qui colonisent les zones incultes de la plaine. Bien que leurs études se limitent à la région de la Haute Vallée. Dames & Moore (1989) offrent une description des pâturages qui donne une indication pour les autres parties de la Vallée.

2.3. DECOUPAGE ZONAL DE LA HVFS

La zone regorge de potentialités, notamment, agricoles et pastorales du fait de la disponibilité de sols de bonne qualité, de grandes superficies pâturables et d'un potentiel fourrager appréciable. Le principal mode de vie dans cette région est pastoral, caractérisé par l'accès partagé à l'espace et aux ressources fourragères, ligneuses et hydriques.

Sur la base de considérations liées à l'approche et en s'appuyant sur les données éco climatiques, notre zone d'études peut être subdivisée en deux domaines qui se distinguent par les contours des 2 régions naturelles traditionnelles qui la composent mais également par les programmes distincts qui ont permis d'effectuer les travaux entrepris dans le cadre de cette étude :

La partie Nord qui comprend les départements de Kanel et Ranérou (en plein Ferlo) auxquels s'ajoute le nord du département de Matam, représente la partie typiquement sahélienne de la région de Matam qui a accueilli le Programme de Suivi de la Végétation développé par le Centre de Suivi Ecologique (CSE) dans l'UP Malandou, sur la période 1994 - 2014. C'est dans l'objectif de poursuivre l'évaluation des ressources fourragères dans la zone attenante que nous avons saisi l'opportunité qui nous est offerte par le Programme RIVERS de l'ISRA, mis en œuvre en 2013 - 2015, qui a couvert toute la Haute Vallée du Fleuve Sénégal intégrant principalement le sud de ladite zone.

Cette zone sud, est la partie traversée par les départements de Bakel, Goudiry et Matam (en partie), couvre la zone de la Vallée du Fleuve Sénégal, comprenant les régions traditionnelles du « Walo (Sud du département de Matam et du « Boundou » (Nord Est de la région de Tambacounda).

Le domaine pastoral de la Vallée, constitué par ces 2 zones, est caractérisé par des gîtes d'étapes qui sont des passages servant d'aires de stationnement temporaire aux pasteurs et aux bétails pour lesquels, des enclos de fortunes sont parfois aménagés.

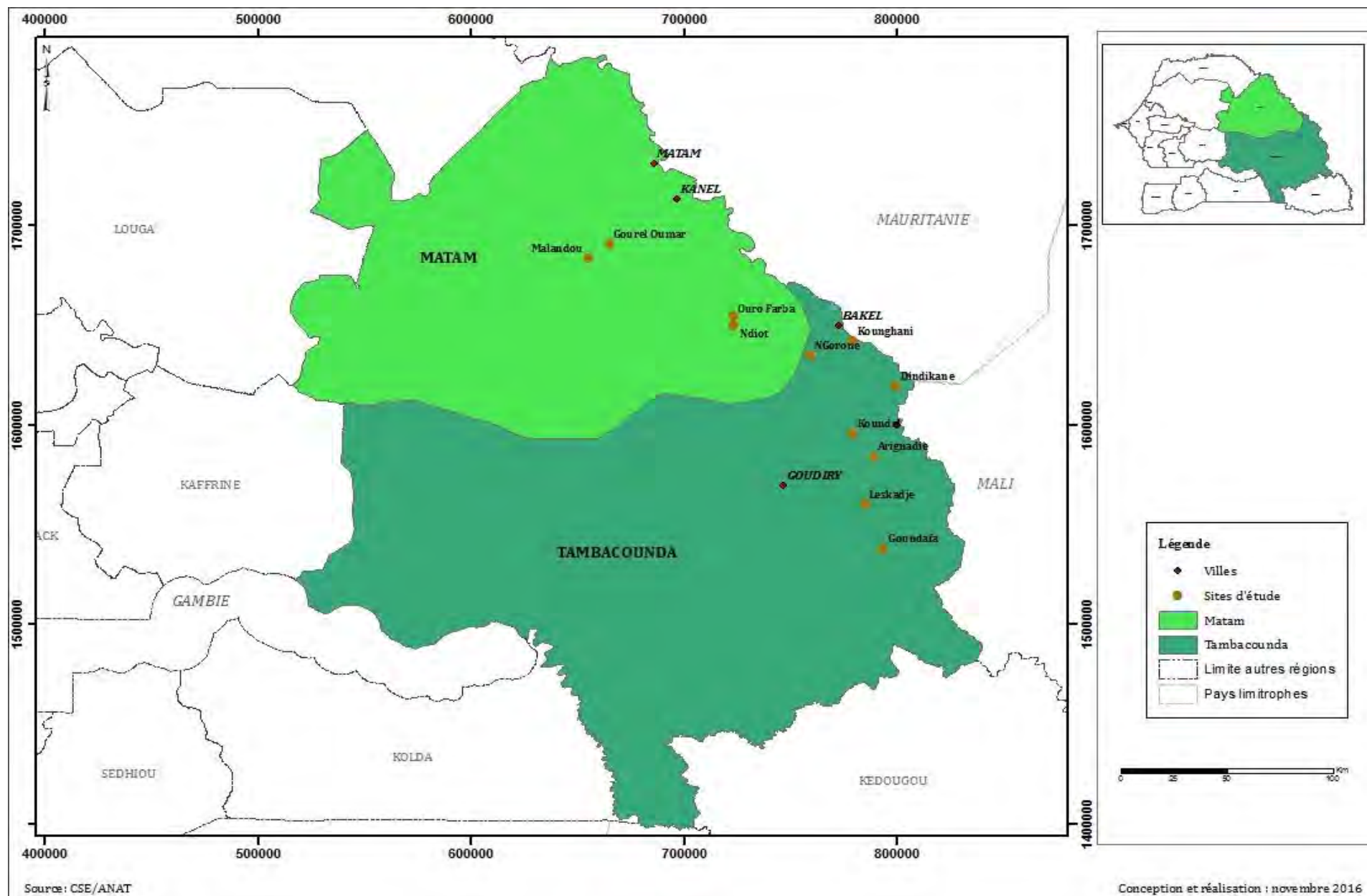


Figure 11: Carte de situation des sites d'études

Les gîtes sont le plus souvent proches d'un village ou d'un point d'eau permettant aux troupeaux de s'abreuver et à l'éleveur de camper pour un certain temps, avant de reprendre la route vers les bords de la Falémé. Ce sont donc 2 zones à vocation pastorale par excellence et pénétrées depuis quelques décennies par la culture irriguée avec ses aménagements qui progressent d'année en année.

2.4. LA POPULATION ET SES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES

Il apparaît que l'irrigation a un impact contrasté sur la vallée du fleuve Sénégal. Elle représente une véritable révolution agraire, tant sur les plans agricole, technique, économique, social, qu'institutionnel. La diffusion de la culture irriguée a deux effets divergents sur le plan économique. Dans un premier temps, elle aplanit les statuts économiques, ignorant les disparités foncières liées au statut social. Dans un second temps, elle amplifie les écarts dans la différenciation économique, sur une base non plus de stratification sociale, mais de performances, traduites par les revenus. Les familles n'ayant pas accès à l'irrigation se voient marginalisées dans la pauvreté, tandis que les exploitations disposant de surfaces importantes s'enrichissent.

La population est répartie en groupes ethniques assez homogènes. L'ensemble de la vallée est occupée par les Toucouleurs du Fouta Toro "Halpulaareen" sauf aux extrémités où on trouve des Wolof à l'Ouest et des Soninkés au Sud-Est. Dans le lointain Jééri, le groupe Peul marque une existence essentiellement pastorale, tandis que le groupe des Maures noirs (haratines) encore appelés "Narebe" est disséminé autour des forages hydrauliques. La vallée du Sénégal comporte trois grands groupes de paysans. Les Wolof sont concentrés dans la basse vallée (arrondissement de Mbane) et sont éparpillés dans des villages isolés, jusque dans l'arrondissement de Ourosogui (département de Matam).

Les « Soninkés » occupent la haute vallée et forment de fortes concentrations dans l'arrondissement de Semmé. Plus en aval, ils se regroupent en quartiers dans des villages toucouleurs. Enfin, situés entre les deux, les Toucouleurs constituent la grande majorité du peuplement de la vallée. Toutes ces populations ont des systèmes de production basés traditionnellement sur l'agriculture sous pluie et de décrue, et l'élevage des bovins comme des petits ruminants. En outre, le recours à l'émigration est dans toute la vallée un moyen très répandu et ancien, pour compenser l'irrégularité des revenus.

La sécheresse de 1972 a marqué le début d'une évolution radicale des systèmes de production villageois dans la vallée. La diminution des superficies cultivées sous pluie et en décrue est allée de pair avec une forte diminution des troupeaux dominés, désormais, par les ovins.

2.4.1. La tenure foncière (des terres)

Dans le Waalo, presque toutes les terres appartiennent soit, à de gros propriétaires (grandes familles) soit, à des communautés. L'utilisateur passe avec le propriétaire un contrat verbal, marqué par un versement, généralement en bétail. Ensuite, chaque année, l'utilisateur doit verser le "Ndioldi" (fermage) et la "Zakat" qui est une redevance religieuse pour les pauvres. On trouve une autre coutume le "rem - pétchen" qui consiste pour le propriétaire à fournir la terre, les semences et la nourriture pour la période de travail, les récoltes étant partagées équitablement avec l'utilisateur. Dans le Jééri, en général, l'agriculteur qui défriche un lougan acquiert un droit de culture, lequel est conservé pendant la jachère. Les vastes étendues de pâturages rendent possible l'élevage d'importants troupeaux qui, au moment des cultures, s'éloignent vers la zone sylvo - pastorale : c'est la transhumance.

2.4.2. Les Ressources animales

2.4.2.1.- Le cheptel dans la haute vallée du fleuve Sénégal

Le cheptel est essentiellement constitué de bovins (*Zébu Gobra*, *Zébu Maure*), d'ovins (Peul-peul, Touabir), de caprins (chèvre sahélienne pour la plupart), d'équins, d'asins et de camelins.

Les résultats tirés des statistiques de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD), croisés avec les chiffres des Inspections Régionales et départementales, ont été confirmés par les enquêtes que nos équipes ont eu à mener sur le terrain. La haute vallée du fleuve Sénégal compte des effectifs importants répartis dans les 6 départements qu'elle traverse selon le tableau 2 suivant.



Photo 4 : Petits ruminants dans un parcours arboré en fin de SS- Lescadje 2014

L'essentiel de ce cheptel est constitué par des bovins (54%) et des petits ruminants (40%) (Voir photo). Les porcins sont absents dans cette zone. Les asins, équins et camelins y sont très peu représentés (6%). Les camelins se retrouvent uniquement dans les 3 départements de la Région de Matam. Les effectifs recensés par l'ANSD affichent pour l'ensemble de la zone : 838.305 têtes de bovins et 2.902.492 petits ruminants dont 1.622.724 ovins et 1.279.768 caprins.

Pour inclure les principales espèces animales dans un examen d'ensemble du cheptel, des agrégats qui prennent en compte les poids moyens des différentes espèces sont sollicités. L'unité agrégée classiquement utilisée en Afrique est l'unité de bétail tropical (UBT). L'Unité de bétail tropical (UBT) est une unité classiquement utilisée pour agréger dans un même calcul, des populations animales d'espèces différentes. Des "coefficients de correspondance" sont attribués aux différentes espèces, selon leur taille moyenne, pour les agréger dans cette unité commune. Par définition, l'UBT est un bovin de 250 kg de PV.

Des études menées en milieu sahélien dans des conditions similaires à notre zone (Lesnoff, et al ,2007), ont retenu les coefficients de correspondance qui sont les suivants : 1 UBT = 1,5 bovin = 10 caprins = 10 ovins = 10 porcins = 2,5 ânes = 1 cheval = 1 dromadaire. En pratique, la conversion en UBT se fait en multipliant les effectifs par : 0,7 pour les bovins ; 0,1 pour les ovins, caprins et porcins ; et 0,4 pour les asins. Pour les chevaux et les dromadaires, les effectifs correspondent au nombre d'UBT. , Partant de ces considérations, les effectifs de bétail

dénombrés, peuvent être convertis et compteraient ainsi pour l'équivalent de 1.167.800 UBT répartis dans les effectifs du cheptel affichés dans le tableau 2 ci – dessous :

Tableau 2: Effectifs du cheptel de la zone d'études par département (en Nombre de têtes)

Départements	BOVINS	OVINS	Caprins	EQUINS	ASINS	CAM	SUPERFICIE en km ²
Tambacounda	289502	722300	537103	8 762	9249		20.328
Bakel	159923	156162	216203	4585	12967		22.378
Goudiry/K	195496	190880	264402	5603	15803		17.000
Matam	101592	186411	99802	9475	12 126	91	5 729
Kanel	72632	179282	66180	6520	7497	61	8 766
Ranérrou F	19160	192189	96 078	11716	10029	71	15 101
TOTAUX	838305	1627224	1279768	46661	67671	223	89.322
Taux conv	0,75	0,16	0,16	1	0,4	1	_____
EQU.UBT	628728,75	260355,84	204762,88	46661	27068,4	223	_____
Pourcent.	53,84%	22,30%	17,53%	3,99%	2,32%	0,02%	_____

Sources : Résultats du Recensement national de l'Agriculture et de l'élevage (ANSD 2013)

Totaux: Effectif en nombre de têtes de bétail & superficie totale en km²

Equ. UBT : Effectif cheptel exprimé en UBT

Taux conv : Conversion du nombre de têtes de bétail en nombre d'UBT

La faune sauvage est également présente mais reste marginale dans les zones recoupant notre étude.

2.4.2.2.- Pratiques d'élevage dans la Haute Vallée du Fleuve Sénégal

Avec DIA (1992), nous savons que pour les ruminants, élevés dans la zone d'études en extensif, la plus grande part de l'alimentation provient du fourrage (spontané ou cultivé), selon les systèmes de production.

Dans les systèmes extensifs basés sur l'exploitation des fourrages spontanés, le pâturage itinérant est le principal mode d'exploitation de l'espace par les animaux. Ce mode d'exploitation exige de vastes étendues de terres bien fournies en biomasse végétale. Or, l'aridité qui caractérise le milieu est un facteur déterminant de dégradation du stock alimentaire du cheptel. A cela s'ajoute la pression

combinée des animaux et des humains sur les ressources naturelles qui se fragilisent au fil des années.

En plus de l'effet de la pression des ruminants, ces parcours sont exposés à l'exploitation du bois (charbon, bois de chauffe, matériaux de construction...). Il y a aussi les feux de brousse qui suscitent chaque année de nombreuses initiatives de la part des acteurs, pour limiter les dégâts éventuels. Par ailleurs, les pratiques dévastatrices de certains utilisateurs qui ramassent les pailles de brousse afin de les commercialiser comme aliment de bétail au détriment des troupeaux transhumants. Ce genre de pratique suscite d'ailleurs des divergences entre utilisateurs en plus du fait de déstabiliser l'équilibre déjà fragile entre le cheptel local et les ressources pastorales disponibles.

Les systèmes de production que l'on rencontre dans le Boundou (Est et nord-Est de la région de Tambacounda) sont caractérisés par une présence de cultures vivrières notamment de céréales produites par une population à majorité Mandingue (Diakhanké) qui les associent à un élevage extensif. Les résidus de ces cultures (pailles grossières) peuvent compléter l'alimentation des bétails. Par contre, les paysages plus au nord sont moins dotés d'espaces cultivés. Avec une population à majorité peulh, la haute vallée du Sénégal et les abords de la Falémé sont caractérisés par des déplacements fréquents de bovins tout au long de l'année avec des variations de ces déplacements largement tributaires des saisons. Si bien que Diop (2003) soutient que la transhumance en dehors de la zone de résidence, est de moins en moins pratiquée en année de pluviométrie normale.

En année pluviométrique normale, les troupeaux, en fonction de leur localisation dans le Delta, exploitent alternativement les parcours naturels et les sous-produits.

C'est ainsi qu'en hivernage, les troupeaux du Bas-Delta disposant de parcours de Jeeri à proximité, sont conduits sur ces parcours. Une partie des troupeaux du Moyen Delta exploitent les parcours des plaines basses des levées fluvio deltaïques, l'autre partie ainsi que les troupeaux du Haut-Delta partent en transhumance sur le proche Jeeri au sud et à l'est du Delta. Au cours de la saison sèche froide, les troupeaux partis en transhumance reviennent dans le Delta et sont conduits sur les parcours des plaines basses comme les troupeaux non transhumants.

A partir du mois de février, les troupeaux du Haut et du Moyen-Delta ne disposant pas de parcours de décrue à proximité, excepté, la berge ouest du Lac de Guiers en fin de saison sèche, sont conduits sur les casiers rizicoles où ils consomment la paille de riz, base de leur ration alimentaire. Les troupeaux des éleveurs résidant dans le Bas-Delta et dans la zone du parc du Djoudj exploitent les parcours de décrue des cuvettes non encore aménagées et ne sont conduits sur les casiers rizicoles qu'en fin de saison sèche. Dans l'avenir, lorsque toutes les cuvettes seront aménagées, les sous-

produits et principalement la paille de riz constitueront probablement la base de la ration alimentaire des troupeaux du Delta en saison sèche.

Les villages situés en bordure de la vallée, envoient en hivernage leurs troupeaux sur les pâturages dunaires situés plus au sud. En saison sèche, une partie du bétail (les vaches laitières surtout) se replie sur la vallée pour pâturer autour des villages.

Les villages situés dans la zone inondable exploitent en hivernage les pâturages des levées et des cuvettes. En saison sèche, les parcours se diversifient avec les pâturages sur les bords de la vallée et les dunes et, dans une moindre mesure, dans les périmètres irrigués après la récolte de contre-saison. Les troupeaux bovins des villages situés au bord du fleuve sont souvent obligés de partir vers les parcours dunaires, en saison sèche, à cause du manque de pâturage.

Les pâturages dunaires ont beaucoup évolué du fait de la sécheresse. La strate herbacée a connu une dégradation qualitative avec la diminution des légumineuses fourragères (comme *Zornia*) et l'expansion de graminées résistantes à faible valeur fourragère. La strate arbustive a subi une nette régression, surtout dans la partie la plus septentrionale de la vallée (arrondissement de Mbane, Tillé-Boubakar, Gamaji). Très sensibles à l'intensité du pâturage, beaucoup d'espèces (*Acacia*, *Combretum*...) ont régressé et certaines, comme *Balanites* et *Boscia*, sont devenues dominantes (Miehe, 1994). Le milieu a évolué vers une plus grande aridité.

Notons enfin que le conflit mauritano-sénégalais a eu pour conséquence de priver les villages sénégalais riverains de vastes zones de pâturages sur la rive droite, si 'l'on considère que la culture du mil fournit 3 T/ha de tiges.

Habituellement, les troupeaux de ces villages pâturaient une grande partie de l'année sur la rive mauritanienne qui est moins densément occupée que la rive sénégalaise. Les sous-produits des périmètres irrigués ne permettent pas l'entretien du cheptel villageois tout au long de l'année. Les grands périmètres, comme celui de Nianga-Podor, sont ouverts à tous sans exception, après la récolte. Mais on doit brûler les parcelles à cause du riz sauvage, avant parfois que la paille ne soit entièrement consommée. L'accès aux petits périmètres villageois est réglementé. Les troupeaux n'y pénètrent qu'après avoir obtenu l'accord des groupements de producteurs qui les contrôlent. Devant l'accroissement des aménagements et la sécheresse qui ont fortement réduit les superficies, la productivité fourragère des parcelles et la charge potentielle de tous les parcours. Avec cette diminution de l'espace pastoral et, l'appauvrissement des parcours, la conduite des troupeaux est devenue un facteur essentiel qui a une grande influence sur la capacité de charge des pâturages.

2.4.2.3.- Besoins en eau du Cheptel

Les besoins en eau des cultures irriguées, de l'élevage, de la pisciculture et des plantations forestières ont été calculés à l'horizon 2025. En faisant l'hypothèse d'une intensité culturale de 160 %, la phase I du SDAGE (2009) a évalué les besoins totaux actuels en eau pour l'élevage dans la partie sénégalaise du bassin du fleuve Sénégal à 14 797 830 m³/an sur la base des consommations suivantes : 48 l /jour/ pour les camelins ; 21 l /jour/ pour les bovins ; 12 l /jour/ pour les asins ; 2 l /jour/ pour les caprins et ovins. Sur cette même base et, en considérant les taux de croissance annuel du cheptel dans le bassin (0,7 % pour les Camelins ; 1,4 % pour les bovins ; 5 % pour les petits ruminants), les besoins en eau du cheptel seraient de 20 834 728 m³ en 2025.

Globalement, la satisfaction de ces besoins ne pose pas de problèmes particuliers, vu les disponibilités en eau de la zone mais plus, l'on s'éloigne du fleuve, plus, l'eau se raréfie, justifiant ainsi le déplacement de bon nombre d'éleveurs en transhumance. Les aires de transhumance se situent en rive gauche de la haute vallée du Fleuve Sénégal, qui va de Bakel (Région de Tambacounda) à Waoundé (Région de Matam). La pente moyenne y est de 4 cm/km et elle est associée à des berges peu développées et à de grandes cuvettes plates.

CHAPITRE III.

CARACTERISATION DES RESSOURCES FOURRAGERES

Le présent chapitre fait le point sur les résultats enregistrés dans le cadre des travaux entrepris pour l'évaluation du potentiel fourrager de la HVFS. Il est ainsi passé en revue, les caractéristiques principales des ressources fourragères étudiées, à savoir :

- les parcours herbacés, dont la composition floristique et la production de biomasse constitueront les deux axes
- les ligneux fourragers, pour qui, la composition floristique, la densité et la hauteur de canopée et la biomasse foliaire des arbres et arbustes qui se développent dans la zone d'études.

Après avoir passé en revue les matériels et méthodes utilisés pour les besoins de cette étude, nous nous emploierons dans ce chapitre à faire l'inventaire des herbacés, à établir la composition floristique des ligneux et d'en déterminer la densité.

3.1. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

La présente étude a été menée grâce à deux programmes de recherches, dont l'un a été initié par le Centre de Suivi Ecologique (CSE) de 1994 à 2014 et le second a permis de poursuivre les travaux entamés, dans le cadre du Projet RIVERS de l'ISRA, déroulé entre 2013 et 2015.

La première phase qui s'est étalée (1994 – 2000 et 2005 – 2014), s'est limitée à un suivi des quantités de biomasse produites dans la zone nord de la HVFS, précisément, au niveau de l'UP Malandou, étendu au nord du département de Matam, donc à cheval entre le Ferlo et la vallée. Après évaluation des résultats enregistrés, sur dix – sept années, le besoin de redéployer le programme a été ressenti dans un souci d'améliorer un peu plus, les connaissances acquises sur les ressources fourragères de notre pays. C'est en ces circonstances, qu'un nouveau programme démarré en 2013 – 2015, est venu s'ajouter au premier et a été développée autour de 2 axes consistant en une extension du programme (i) en termes d'élargissement de la zone d'études qui a intégré le sud de la HVFS, correspondant à la région du Boundou mais aussi, (ii) en termes de relèvement de la gamme des activités, par la prise en charge de l'inventaire floristique, et de l'étude des ligneux fourragers.

Les travaux portent sur les ressources fourragères qui, pour l'essentiel, sont constituées des parcours naturels, qui représentent la majeure partie de l'alimentation du bétail en milieu pastoral. Dans la démarche de caractérisation que nous nous employons à entreprendre ici, les composantes des parcours naturels, à savoir, (i) les pâturages herbacés et (ii) les ligneux fourragers seront étudiées.

La démarche méthodologique adoptée dans le cadre de cette étude s'appuie sur :

- des dispositions générales et un certain nombre de matériels destinés à servir dans l'accomplissement de tâches ciblées
- une méthodologie qui repose sur plusieurs actes

Pour mener à bien ces différents travaux, le matériel nécessaire et les méthodes mises en œuvre, sont décrits ainsi qu'il suit.

3.1.1. Matériel utilisé

Pour réaliser ce travail, le matériel suivant a été utilisé:

- un GPS (Global Positioning System) pour retrouver les placettes;
- des jalons pour délimiter les placettes et permettre de faire les visées;
- des matériels de labo (étuves, éprouvettes, réactifs, Papier craft, marqueurs ;
- du matériel servant au pesage des échantillons : une balance numérique, un peson à ressort ;
- les cartes d'indice de végétation pour comparer les résultats ;
- des sachets en plastique auto-fermeture, Zip lock dimensions : 17 x 25 cm ;
- Matériel agricole (cisailles et faucilles, pour couper l'herbe dans les placeaux ; faucheuse, ;Fourche, rateaux....) ;
- Du matériel de mesures : Rubans – mètres de 30, 50 et 100 mètres : Altimètre pour les hauteurs ;
- Pluviomètres dans certains villages ;

En plus de ce matériel, des fiches de relevés des ligneux et des herbacées, ont été utilisées pour les besoins de l'enregistrement des données et informations relatives aux des différentes espèces recensées.

3.1.2. Méthodes d'étude

Dans le cadre des études de caractérisation, après identification des sites, les résultats tirés des enquêtes menées ainsi que les travaux d'inventaires effectués, ont été mis à profit.

Les relevés pluviométriques ont été recueillis au niveau des Stations Météorologiques des régions ciblées Le Service National géographique et la Direction de la Météorologie Nationale, ont également été sollicités pour rechercher les données complémentaires.

Sur la base des résultats attendus, les études de caractérisation et d'évaluation des ressources fourragères, ont été menées sur la base d'une démarche englobant les étapes suivantes :

- des études de terrain : choix et délimitation des sites, prélèvements d'échantillons, mesures de quantités de productions,
- Le recueil de données et informations auprès de structures et institutions telles les DRDR, Projets intervenant dans la zone, les services de la Météorologie Nationale...
- des analyses effectuées dans les laboratoires de l'ISRA - LNERV, de l'ENSA de Thiès ;
- des enquêtes auprès de populations en général et des éleveurs ou agro – éleveurs relevant des sites identifiés ;
- l'exploitation des données et l'analyse informatique des résultats enregistrés.

Le tout s'est appuyé sur un choix des sites bien ciblés, et des enquêtes auprès des populations, particulièrement, les éleveurs habitant la zone

3.1.2.1.- Identification des sites d'études

La première phase de l'étude, déroulée entre 1994 et 2014, a requis le choix de 3 sites de Contrôle au Sol que le CSE a eu à installer au sein de l'Unité Pastorale de Malandou et ses environs immédiats. Ils ont permis de procéder à des mesures directes, pour évaluer la production herbacée sur la partie nord de la HVFS. Un site est considéré comme une portion de territoire d'étendue variable appartenant à un même groupement défini par TOUTAIN (1976). Dans l'UP Malandou, 3 sites de contrôle au sol ont été choisis (S CS1, 2, 3) et leurs coordonnées figurent dans le tableau 3 ci – dessous.

L'acquisition et le traitement de ces données de terrain et la détermination de la corrélation entre l'indice de végétation de la décade (NDVI) et la production totale, résultent des travaux menés sur le terrain. . L'indice de végétation exprime l'activité chlorophyllienne des végétaux.

Tableau 3: Localisation / coordonnées des Sites de Contrôle au Sol (SCS 1,2,3) et des placettes dans l'U.P de Malandou

SITES	COORDONNEES		Numéro Placette	Nom Placette	COORDONNEES	
	X	Y			X	Y
SCS1	656880	1679687	MAL02E	FCU02E	658930	1687080
SCS 2	649122	1677980	MAL02N	FCU02N	657930	1688080
			MAL02S	FCU02S	657930	1686080

SCS 3	635182	1688322		MAL02W	FCU02W	656930	1687080
-------	--------	---------	--	--------	--------	--------	---------

Dans le même ordre d'idées, pour les besoins de la mise en œuvre de la 2^{ème} étape de l'étude, déroulée sur la période 2013 – 2015, il a été procédé à l'identification et la description d'une série de sites pastoraux le long des axes de transhumance empruntés par les éleveurs du Sénégal oriental (Matam, Bakel, Kidira). Les sites sont des points de passage des bergers locaux et étrangers et constitue un couloir international de transhumance. En effet ce couloir est le lieu de passage des éleveurs sénégalais mais aussi maliens et mauritaniens. Des gîtes d'étapes caractérisent ces passages et servent d'aire de stationnement temporaire aux pasteurs et aux bétails pour lesquels des enclos de fortune sont parfois aménagés. Ils sont le plus souvent proches d'un village ou en tout cas d'un point d'eau permettant aux troupeaux de s'abreuver et à l'éleveur de camper pour un certain temps avant de reprendre la route vers les bords de la Falémé.

Les résultats enregistrés dans ces sites, ont permis de caractériser la strate herbacée et les peuplements ligneux de la zone d'études. Ainsi, quatre grappes de sites étaient repérées le long des axes de transhumances, à savoir : de la grappe de Matam (4 sites), de celle de Bakel (3 sites), dans les deux grappes regroupées de Kidira et Sadatou (4 sites) soit un total de 11 sites présentés dans le tableau 4.suivant. La photo 5 ci – dessous, aussi, montre les axes de passage, différentes infrastructures...

qui justifient le choix d'un site d'études.

Tableau 4: Localisation des axes de relevé des différents sites d'études.

Départements	Sites	Début de l'axe		Fin de l'axe	
		Latitude	Longitude	Latitude	longitude
Matam	Gourel Oumar	15,287	-13,463	15,293	-13,469
	Malandou	15,223	-13,553	15,225	-13,548
	Ndiot	14,912	-12,92	14,904	-12,925
	Ouro Farba	14,954	-12,921	14,954	-12,912
Bakel	Dindikane	14,63	-12,22	14,634	-12,227

	Kounghani	14,836	-12,403		14,829	-12,407
	NGorone	14,775	-12,588		—————	
Kidira	Arignadie	14,313	-12,319		14,312	-12,324
	Koundel	14,42	-12,407		14,42	-12,407
Sadatou	Goundafa	13,893	-12,285			
	Leskadjé	14,096	-12,359		14,092	-12,367

Le Nord de la haute Vallée du Fleuve Sénégal avec les départements de Matam, Ranérou – Ferlo et Kanel, couvrant les sites Gourel Oumar, Malandou, Ndiote et Ouro Farba, ont accueilli les études de biomasse de la première phase. Les autres sites sont situés dans la partie sud de la HVFS.



Photo 5 : Site de Lescadié : dispositif de mesure du tapis herbacé (Photo Hiernaux)

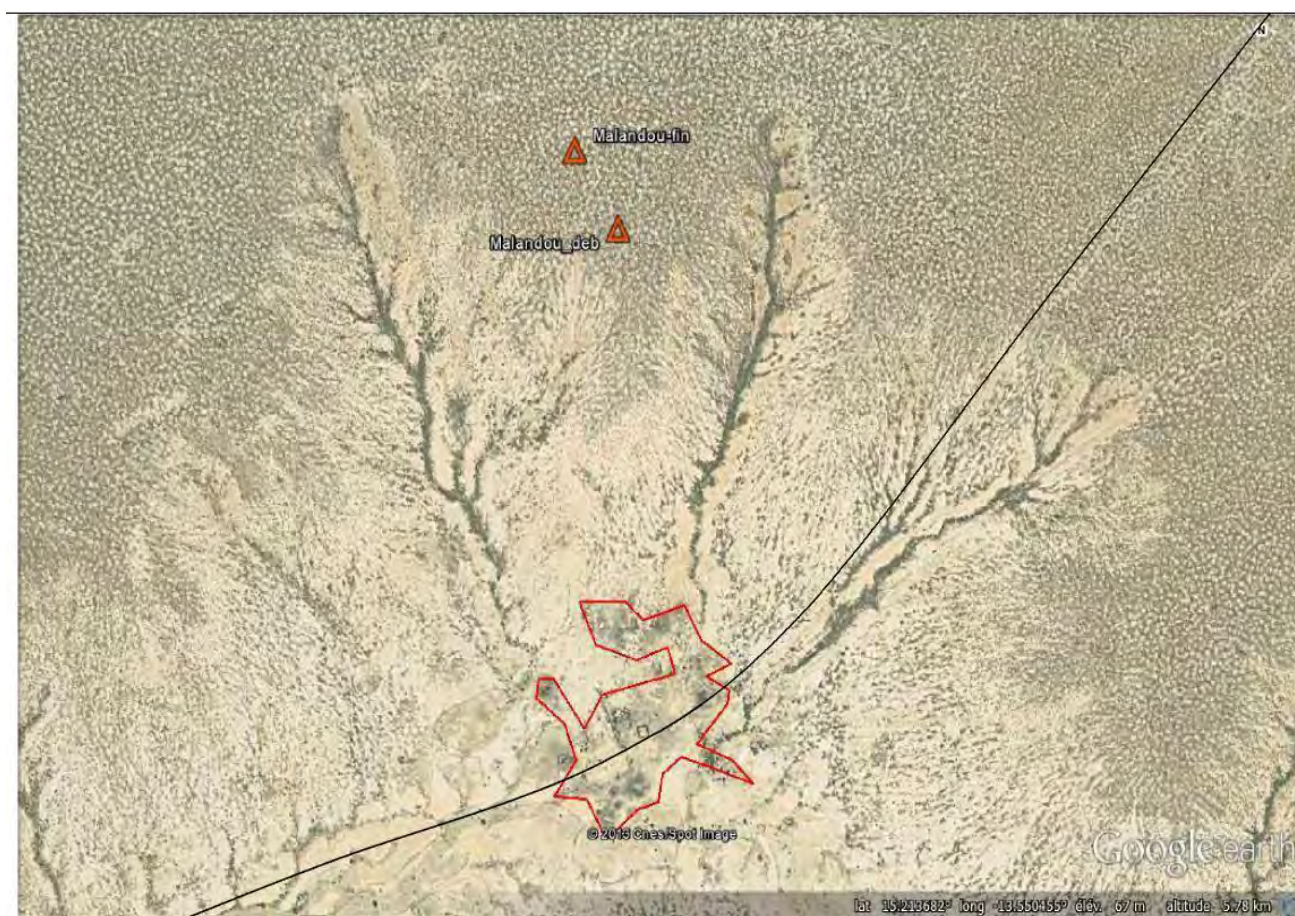


Figure 12: Image Village, forage, gîtes, axe de transhumance et site pastoral de Malandou

3.1.2.2.- Enquêtes auprès des populations

Dans les sites du nord, le questionnaire a été administré au niveau du « Gallé ». Selon Barral (1982), cité par Thébaud et *al.* (1995 "le Gallé (pluriel "galledji") peut être défini comme l'unité socio-économique qui vit sur un troupeau et il représente donc, dans une perspective pastoraliste, le niveau d'enquête le plus pertinent. Le Gallé se compose généralement du chef de ménage du "Diom gallé" (chef de galle) avec son ou ses épouses et souvent du ou des ménages d'un ou de plusieurs de ses fils mariés, à quoi s'ajoutent fréquemment des parents, parmi lesquels des femmes divorcées, les veuves ... Les entretiens et enquêtes ont été menés dans l'ensemble des 15 villages de l'U.P. et 112 galledji » où les responsables ont été soumis à un questionnaire (voir Annexes) portant sur la gestion des ressources pastorales et la conduite des troupeaux. Le choix de cette cible a été guidé par la représentativité de ces Responsables dans le village. Des guides d'entretien utilisés dans certains cas, ont fait l'objet d'un traitement ayant permis de recueillir des informations auprès de partenaires privilégiés : Responsables de Services techniques, de Projets/Programme, autorités locales.... Au total 121 éleveurs, partenaires et collaborateurs, ont été enquêtés.

Le tableau ci – après donne la liste des 15 villages dans lesquels différents Diom Gallé ont été enquêtés.

Tableau 5: Liste des villages enquêtés dans l'UP Malandou

Unité Pastorale	Terroir pastoral	Village	Nombre de Gallé	Observations
Malandou	Gourel	Wouro Sébo	1	Enquêté
		Wouro Sékourou	1	≠
		Gassel	1	≠
		Mboulidow	1	≠
		Wouro Mamoudou	4	≠
		Gourel	6	≠
		Thiéwélé	10	≠
	Malandou	Malandou	15	≠
		Naiki Tokossel	4	≠
		Naiki Mango	6	≠
		Niarwel	8	≠
	Fété Fowrou	Namari	22	≠
		Fété Fowrou	22	≠
		Loughéré Mbaba	11	≠
	Oudalaye	Oudalaye	115*	Non enquêté
	TOTAL	15	127	

Le village de Oudalaye qui constitue la plus grande agglomération, chef-lieu de communauté rurale, n'a pas fait l'objet d'enquête Gallé, compte tenu de son statut de village religieux. Dans cette contrée, la seule voix autorisée est le Guide religieux, c'est pourquoi, il a été interviewé sur recommandation du Président de l'UP, de même que le seul éco-garde formé par le projet. Il est aussi à noter que tous les chefs de village et les partenaires privilégiés du projet (éco-gardes et les pépiniéristes) des villages de l'UP ont été systématiquement enquêtés.

Parmi les « Diom Gallé » enquêtés, tous sont de l'ethnie peulh, 66,7% sont âgés de plus de 50 ans et la moyenne d'âge est de 55,14 ans. Seuls 30% parmi eux, sont monogames. Les enquêtes révèlent aussi que parmi les « Gallédji » interrogés, 70% ont plus de cinq enfants de moins de 8 ans tandis que 44% , plus de cinq enfants de plus de huit ans.

Durant la 2^{ème} phase de l'étude (2014 – 2015), concernant les villages-hôtes abritant les sites du Boundou, les investigations ont été menées au moyen du même questionnaire qui a permis de

recueillir des données et informations sur la conduite, les pratiques d'utilisation des ressources fourragères de la zone. Elles concernent essentiellement les systèmes de production dans le but de dégager les potentialités et les contraintes y afférentes. Sur la base du recensement réalisé dans les villages - sites, une liste a été établie prenant en compte des critères d'ethnie et d'activités dominantes (agricole, agropastorale et pastorale). Des fiches d'enquête ont été élaborées et administrées à 103 producteurs au total, choisis de façon aléatoire en procédant par échantillonnage dans chacun des villages – centres de chacun des sites de l'étude. Il a également été réalisé des entretiens par focus-groupes au niveau des 11 villages-hôtes abritant les sites de prélèvement de biomasse. Le questionnaire a concerné la conduite, les pratiques d'utilisation des ressources, les conditions d'accès entre autres.

Les enquêtes par « focus-group » ont ainsi permis de recueillir différents avis des éleveurs et des personnes ressources en un même lieu et de s'adresser directement au groupe cible, en l'occurrence les éleveurs. Les questions ont porté, essentiellement, sur les activités pastorales, mais aussi sur les autres activités de production, qui influencent l'élevage.

Les informations et données recueillies ont été complétées par des entretiens par focus-groupes. Il s'agit d'une méthode qui se présente comme la plus adaptée pour recueillir des avis des éleveurs et des personnes ressources en un même lieu. En effet, le focus groupe a pour avantage de s'adresser directement au groupe concerné, en l'occurrence, les éleveurs. Il présentait aussi une opportunité de recueillir différentes positions en une seule séance. Les interviews de groupe-cible ont aussi constitué une bonne opportunité pour avoir des informations générales mais aussi, relever des particularités dans la mesure où chacun peut exprimer son point de vue. En effet la discussion en groupe permet d'avoir une information plus riche et facilite le recoupement. Au total, une trentaine de personnes par site résidant dans les 11 villages - hôtes, ont été interrogées.

Par rapport au prélèvement de biomasse desdits villages, le questionnaire a concerné la conduite, les pratiques d'utilisation des ressources, les conditions d'accès, entre autres.

L'administration d'un questionnaire a été suivie par la caractérisation des ressources fourragères. Cette activité a concerné les exploitations des personnes qui ont été interrogées par questionnaire.

3.1.2.3- Echantillonnage de la végétation herbacée

Dans chacun des sites retenus, les échantillons étudiés se rapportent aux mesures de biomasse faites par échantillonnage et coupe. Les observations et mesures ont été effectuées dans les 11 sites ciblés sur des prélèvements, récoltés selon la méthode de la ligne d'échantillonnage systématique. Sur un

transect de 1 km de long, une stratification a été opérée sur différents niveaux de production de la strate herbacée. Il s'agit, sur des placeaux carrés d'un mètre de côté, soit, une aire d'un mètre carré (1 m²), avec cinq (5) répétitions, d'effectuer des prélèvements tous les 25 mètres le long de l'axe du relevé.

Quarante échantillons ont été prélevés et ont été destinés, soit à être l'objet d'inventaire, soit à être mis en évaluation pour déterminer les quantités de production de biomasse, l'aire minimale dans le Ferlo étant de 32 m² (NGom, 2015).

3.1.2.4.- Etude de la végétation herbacée et ligneuse

Les échantillons récoltés, sont prélevés puis identifiés par tri manuel au laboratoire et les stades phénologiques déterminés. Au niveau des échantillons, les espèces dominantes ont été identifiées. Les herbacées l'ont été avec les ouvrages suivants : « Flore du Sénégal (Berhaut, 1967) », « Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne (le Bourgeois et al. 1995) »; « Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest (Okezie et al. 1989) » et « Nom en langues nationales des principales plantes spontanées et subspontanées rencontrées dans le bassin arachidier du Sénégal (Wade et al.1999) ».

Sur l'ensemble des échantillons de chaque site, un classement est fait en fonction de la présence et du rang attribué à l'espèce dans chaque échantillon, pour déterminer la dominance des espèces dans chaque site. La caractérisation de la productivité des parcours, a été complétée par une estimation de la capacité de charge des zones étudiées. Parmi les paramètres d'appréciation de la valeur globale retenue pour les besoins de cette étude, la densité des arbres et arbustes appétés, a été ciblée comme étant l'un des caractères déterminants dans la représentativité fourragère des ligneux.

La densité étant le décompte du nombre d'individus (arbres, arbustes) par unité de surface, la méthode d'inventaire systématique a été utilisée. Elle a consisté à répertorier et à inventorier intégralement toutes les espèces ligneuses le long d'un axe de 1000 mètres balisé, bordé de part et d'autre par 2 éléments marquants équidistants (arbre, arbuste, roche, bûche...). Le nom des espèces présentes et le nombre de pieds par espèce, décomptés à l'intérieur de la bande ainsi décrite, ont ensuite été notés. La dénomination des espèces s'est basée sur les Catalogues des plantes vasculaires du Sénégal (Lebrun, 1973) et la flore illustrée du Sénégal (Berhaut, 1967), avant que la nomenclature des espèces ne soit actualisée. Les méthodes d'inventaire floristique et de relevés de végétation proposées par Gounot (1969) sont utilisées pour établir la liste des espèces ligneuses présentes dans les différents parcours communautaires.

L'état de chacune des espèces ligneuses fourragères, a été déterminé sur la base des résultats de leur fréquence dans la zone, de leur évolution et de leur usage par les éleveurs tel que révélé par

les informations recueillies au moment des enquêtes. Pour déterminer les densités de peuplements, un comptage exhaustif des arbres et arbustes, est réalisé et un calcul sur la base des données recueillies, a permis de trouver les résultats recherchés. Plusieurs espèces ont ainsi été recensées mais seuls les ligneux fourragers sont l'objet d'études spécifiques complémentaires

3.12.5.- Traitement des données

Les résultats enregistrés dans le cadre des opérations décrites ci – dessus, ont fait l'objet d'un traitement à divers niveaux et ont permis de procéder à (i) la caractérisation de la biomasse herbacée (étude floristique et de productivité) ; (ii) l'évaluation de la production de biomasse des ligneux fourragers a été faite à partir d'études se rapportant à la densité, à la profondeur du feuillage ou à la hauteur du houppier, des arbres et arbustes mais aussi, à (iii) la détermination de la valeur bromatologique de certains ligneux fourragers.

3.1.2.5.1-Analyses quantitative et qualitative

Les données et informations issues du focus groupe ont été traitées par le logiciel « *Le Sphinx plus* ». Les données qualitatives ont été également traitées grâce audit logiciel par étude de texte, ce qui a permis d'analyser les appréciations que font les éleveurs de leur propre situation mais aussi, de recueillir leurs avis sur les perspectives d'amélioration.

Une autre partie des données a été traitée grâce au tableur *Excel*, notamment, pour la confection des tableaux et graphiques. Il a aussi permis de faire des analyses statistiques (classifications, distributions...), en particulier, par des tableaux croisés. Enfin, la cartographie des sites a été réalisée par les services techniques du CSE et à l'aide d'un logiciel de « système d'information géographique, Quantum GIS (QGIS version 1.7.4) » et des données GPS fournies par l'ISRA (Mbaye, 2014).

3.1.2.5.2.- Conception d'équations de prédiction

Dans l'objectif de se doter d'un moyen simple d'aide à la décision dans le cadre de la gestion des pâturages et de l'organisation des mouvements de troupeaux en rapport avec les besoins de recherche permanente de nourriture pour le bétail, des équations de prédiction ont été conçues. Elles font référence à une logique scientifique mais aussi, aux travaux de nombreux chercheurs, qui révèlent l'existence de quelque relation entre pluviométrie ou hauteur de canopée relativement à la biomasse produite. Sur la base des résultats disponibles, les études ont concerné la zone Nord de la HVFS qui a capitalisé des données pendant près de deux décennies.

Les données ayant servi à la conception des modèles de prédiction, ont été traitées par le logiciel SAS System, puis analysées et interprétées. Une équation simplifiée a été conçue à partir de la quantité de biomasse moyenne produite, rapportée à la pluviométrie moyenne enregistrée. Il s'agit ensuite, de procéder par déduction, pour déterminer la quantité de biomasse produite par mm de pluie tombée, pour chaque année, et en moyenne sur la période d'études.

Par rapport à l'équation de régression, les données disponibles, ont été traitées par le logiciel SAS - System, puis analysées et interprétées. Toutes les données pluviométriques ont été croisées avec les quantités de biomasse produites.

Les analyses de variance effectuées, ont également intégré les pluviométries annuelles avec (i) les relevés de chacun des 3 sites de contrôle au sol (SCS1 ; SCS2 ; SCS3), traités de façon individuelle et (ii) les données de synthèse des 3 sites, obtenues à partir des moyennes de production enregistrées.

Les coefficients de corrélation ont été calculés et, au bout du compte, des équations ont été conçues. La même démarche a été adoptée pour ce qui est de la relation hauteur de canopée et biomasse foliaire aussi bien pour les arbres que pour les arbustes fourragers.

3.2. RESULTATS

Les enquêtes auprès des populations, les travaux d'inventaire, de prélèvement d'échantillons, de mesures et de pesées effectués dans le cadre de notre étude, ont permis d'enregistrer des résultats en termes de composition floristique des herbacés et des ligneux ainsi que de la densité des arbres et arbustes identifiés dans les différents sites abritant l'étude.

3.2.1. Caractérisation des herbacés

Il s'agit de faire ressortir la composition floristique qui marque les parcours de la zone ciblée. La période d'études relativement avancée dans la saison sèche, pour des raisons liées aux objectifs visés, n'a pas permis de faire un inventaire systématique des herbacés.

Toutefois, sur la base des mesures, observations et pesées effectuées dans ce cadre, un certain nombre de constats ont pu être relevés, notamment (i) les espèces herbacées les plus représentatives sont des graminées annuelles telles que *Aristida sp.* ; *Chloris sp.* ; *Schoenefeldia gracilis* ; *Cenchrus*

sp. ; *etc.* (ii) Celles-ci germent dès les premières pluies en juin - juillet et sèchent sur pied dès la fin du mois de septembre. (iii) Ce tapis est étroitement dépendant des précipitations et peut être clairsemé ou continu, avec une hauteur de 50 - 60 cm et un recouvrement pouvant varier, selon le niveau de la pluviométrie, de 10 à 80

3.2.1.1. Dans la partie Nord de la HVFS

La strate herbacée est composée en majorité de *Aristida mutabilis* ; *Cenchrus ciliaris*, *Pennisetum pedicellatum*, *Chloris prieurii*, *Schoenefeldia gracilis*, *Dactyloctenium aegyptiacum* , *Senna obtusifolia*, *Zornia glochidiata* ; les herbacées, les plus rencontrées sont *Brachiaria mutica* et *Chloris pilosa*

Les pâturages des plaines inondables sont importants dans la région et on les trouve tout le long du fleuve Sénégal entre Gandé et Ambidédi, ainsi que le long des rivières Falémé et Karakoro parce que ces environnements présentent moins de risques que ceux plus éloignés du fleuve. La densité de la population humaine et du bétail, est très forte, avec pour résultat, la dégradation de cette ressource dans quelques zones. Ces régions supportent naturellement des herbes pérennes telles que *Andropogon pseudopricus*, *Schoenefeldia gracilis*. La dégradation des pâturages baisse proportionnellement à la distance par rapport au fleuve, ce qui indique l'importance de l'eau pour l'élevage.

Sur tous les sites visités, l'inventaire bien que pas systématique, a permis d'établir une liste de plusieurs espèces réparties dans onze familles. La famille des Poaceae est la plus représentée. Elle est suivie des Acanthaceae puis des Fabaceae et des Cyperaceae. Les tableaux 6 et 7 ci – après donnent le détail de ces résultats présentés sous la forme d'un inventaire exhaustif et en classement des espèces dominantes.

➤ Liste floristique des parcours herbacés

Tableau 6: Cortège floristique des herbacées en Zone nord de la HVFS

ESPECES IDENTIFIEES	FAMILLES
1. <i>Andropogon pseudopricus</i> Stapf	1- Poaceae
2. <i>Eragrostis tremula</i> (Lam.) Hochst. ex Steud.	
3. <i>Enteropogon prieurii</i> (Kunth) Clayton	
4. <i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth	
5. <i>Schizachyrium exile</i> (Hochst) Pilg.	

6. <i>Cenchrus pedicellatus</i> (Trin.) Morrone	2- Acanthaceae
7. <i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	
8. <i>Blepharis maderaspatensis</i> ; (L.) B. Heyne ex Roth	
9. <i>Lepidaghatia anobrya</i> Nees	
10. <i>Peristrophe bicalyculata</i> (Retz) Nees	3- Fabaceae
11. <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	
12. <i>Chamaecrista mimosoides</i> (L.) Greene	
13. <i>Zornia glochidiata</i> Rchb. ex DC.	
14. <i>Tephrosia bracteolata</i> Guill.&Perr.	
15. <i>Indigofera dendroides</i> Jacq.	4- Liliaceae
16. <i>Dipcadi longifolium</i> (Lindl.) Baker	
17. <i>Corchorus tridens</i> L.	5- Tiliaceae
18. <i>Boerhavia diffusa</i> L.	6- Nyctaginaceae
19. <i>Fimbristylis</i> sp ;	7- Cyperaceae
20. <i>Polycarpaea linearifolia</i> (DC.) DC.	8- Caryophyllaceae
21. <i>Spermacoce stachydea</i> DC.	9- Rubiaceae
22. <i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn	10- Euphorbiaceae

Dans l'UP de de Malandou, vingt-deux (22) espèces appartenant à 21 genres, ont été recensées. Elles sont réparties dans dix (10) familles, desquelles, les *Poaceae* sont les plus fournies avec 7 représentants. Le décompte affiche ainsi : *Poaceae* : cinq (5) espèces et *Acanthaceae* : trois (3) espèces ; Les familles que sont : *Rubiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Tiliaceae*, et *Nyctaginaceae* sont représentées par une seule espèce. Sur l'ensemble des quarante échantillons issus de chaque site, le classement en fonction de la fréquence et du rang attribués aux espèces dans chaque échantillon, a permis d'établir un classement qui fait ressortir les espèces dominantes dans chaque site.

Le tableau 7, donne au niveau de chaque site de prélèvement, les espèces considérées comme les plus présentes et les plus fréquentes dans la zone.

➤ Espèces herbacées dominantes dans les parcours naturels de la zone Nord

Tableau 7: Espèces dominantes identifiées dans les sites de la zone nord

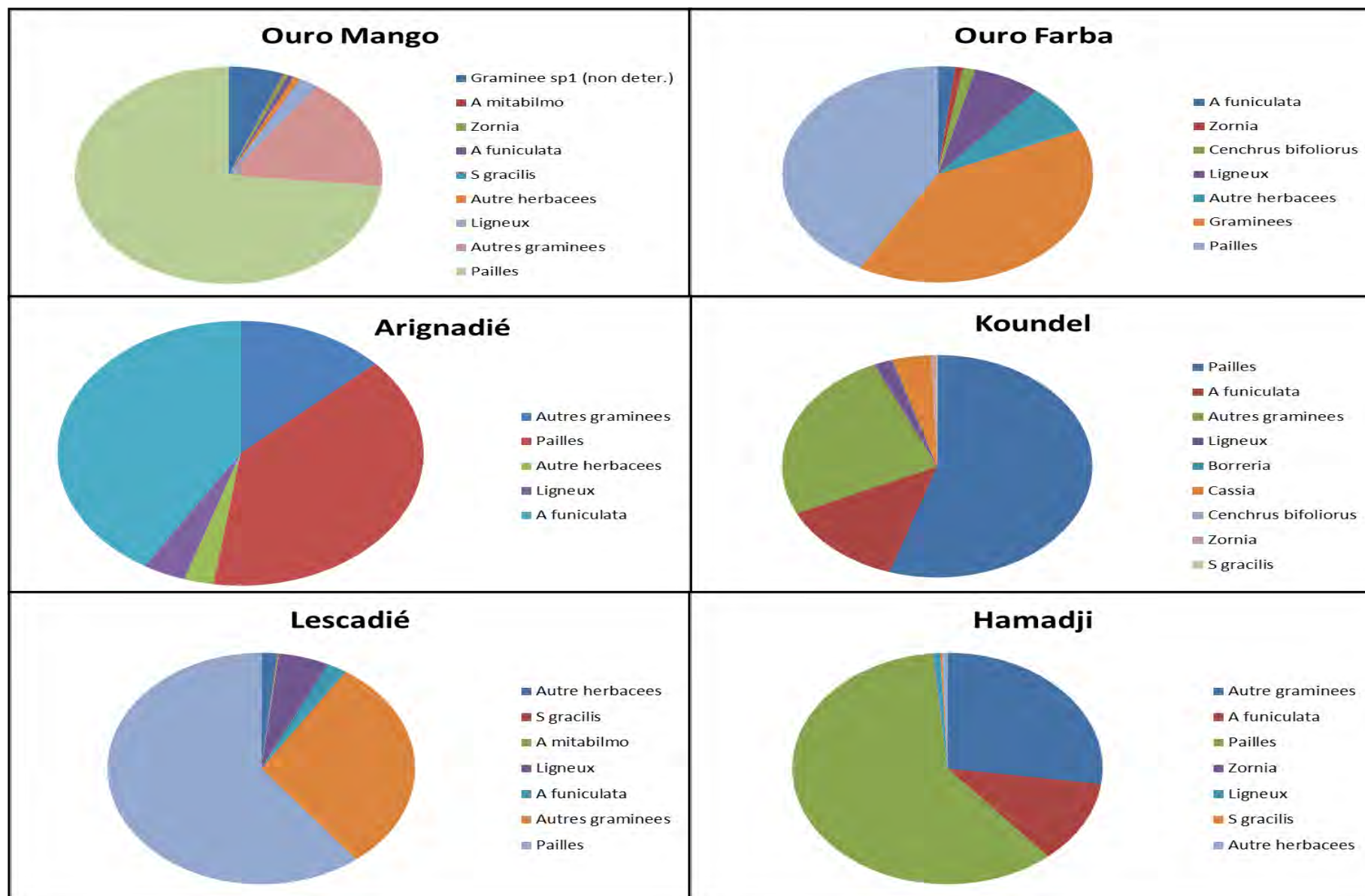
Sites de	Coordonnées	
----------	-------------	--

prélèvement	X	Y	ESPECES DOMINANTES IDENTIFIEES
SCS 1	656880	1679687	<i>Cenchrus pedicellatus</i> (Trin.) Morrone; <i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf; <i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth; <i>Zornia glochidiata</i> Rchb. ex DC.; <i>Eragrostis tremula</i> (Lam.) Hochst. ex Steud ; <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby ; <i>Chloris pilosa</i> var. <i>nigra</i> (Hack.) Vanden Berghen
SCS 2	649122	1677980	<i>Zornia glochidiata</i> Rchb. ex DC. ; <i>Cenchrus pedicellatus</i> (Trin.) Morrone ; <i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth; <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.; <i>Eragrostis tremula</i> (Lam.) Hochst. ex Steud ; <i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf; <i>Chloris prieurii</i> Kunth,
SCS 3	635182	1688322	<i>Andropogon pseudapricus</i> Stapf, <i>Zornia glochidiata</i> Rchb. ex DC.; <i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth ; <i>Cenchrus pedicellatus</i> (Trin.) Morrone; <i>Andropogon gayanus</i> Kunth; <i>Fimbristylis</i> sp

3.2.1.2. En zone Sud de la HVFS (Zone Boundou)

Le tri manuel des échantillons a permis de distinguer quelques espèces mais bien d'autres individus n'ont pu être identifiés au stade phénologique de leur prélèvement. En effet, des difficultés ont été rencontrées dans l'identification de quelques individus, en raison de pertes de parties indispensables dans la nomenclature ou du fait d'un mélange plus ou moins homogène de plusieurs sujets réduits à de menus morceaux. Le cas échéant, ils sont classés dans les catégories « autres graminées », s'il est établi avec certitude qu'il s'agit pour une bonne part, de graminées. Si non, ils sont versés dans la catégorie « paille ». La répartition des espèces dans les parcours a ainsi pu être faite.

Cette région, le long du fleuve Sénégal entre Gandé et Ambidédi, ainsi que le long des rivières Falémé et Karakoro, supporte naturellement des herbes pérennes telles que *Andropogon pseudapricus* et *Schoenefeldia gracilis*. Au total, une demi-douzaine d'espèces représentées en majorité par des graminées, ont été recensées. Les représentations graphiques de la figure 13 ci-après, donnent une idée de la représentativité des composantes de la végétation. On constate que sur les 6 sites qui ont fait l'objet d'un inventaire, plusieurs espèces ont pu être identifiées sur lesdits sites. Les résultats ont été répertoriés dans cette même figure 13.



Sur les différents sites, on se rend compte à travers ces graphiques, que les pâturages ne sont pas monospécifiques ; en d'autres termes, la plupart des milieux sont peuplés d'un mélange de plusieurs espèces, sous l'appellation de « pailles » (à Koundiel et Arignadié) ou « autres graminées » (à Lescadié et hamadji) où elles représentent près de 50%, voire même plus, dans certains cas. On retrouve quelques espèces dont la présence est marquée à Arignadié, Hamadji, Ouro Farba. C'est le cas de *Aristida funiculata* et de certaines espèces à représentation relativement faible, parmi lesquels, *Zornia glochidiata*, *Stylosanthes guianensis*, retrouvées dans la plupart des sites étudiés.

Les graminées sont présentes sous des formes bien identifiées (*Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia aristida*,.....) ou bien en vrac (sous l'appellation « graminées » et « autres graminées ») au niveau de l'ensemble des sites. Les graminées peuvent ainsi être considérées comme dominantes dans les parcours de la HVFS. Diverses herbacées se retrouvent également, dans tous les sites, sous les termes de « pailles » ou autres « herbacées », tout comme il a été fréquent de rencontrer des feuilles de ligneux mélangées à certains échantillons.

On note aussi la présence de *Aristida funiculata* sur l'ensemble des 6 sites étudiés, alors que *Schoenefeldia gracilis* et *Zornia glochidiata* se retrouvent chacun dans 4 sites ; *Aristida mutabilis* est quant à elle identifiée dans 2 sites.

Parmi les légumineuses, seul *Zornia glochidiata*, a été identifié de façon nette et marque son existence dans 66% des sites.

3.2.2. Caractérisation des ligneux fourragers

Les arbres, arbustes et buissons offrent de par leur feuillage, en particulier, des fourrages aériens verts de qualité, et il devient intéressant de chercher à les caractériser pour disposer de données et d'éléments d'informations permettant de mieux les valoriser.

L'objet du chapitre est de présenter les résultats enregistrés dans le cadre des études relatives à la composition floristique, aux mesures de canopées, et aux pesées de biomasse foliaire effectuées sur les ligneux fourragers de la zone d'études.

3.2.2.1. Composition floristique

Les études sur les ligneux ont été menées sur les 11 sites du programme. Dans ladite zone, le paysage est caractérisé par la présence relativement importante de ligneux dont certains tels, *acacia seyal*, *ziziphus mauritiana*, *balanites aegyptiaca*, *adansonia digitata* ... sont fourragers et sont particulièrement exploités par les éleveurs, donc, subissent une forte pression de la part des éleveurs. Dans le cadre de la présente étude, plus de vingt (20) espèces d'arbres et plus de vingt espèces

d'arbustes et buissons dont certaines sont fourragères (utilisées pour l'alimentation des ruminants domestiques), ont été inventoriées dans la zone couvrant les départements de Tambacounda, Bakel et Matam.

3.2.2.1.1. Les espèces inventoriées

Les espèces les plus représentées demeurent les épineux, plus adaptés aux conditions du milieu. *Acacia seyal* est l'espèce la plus présente et la plus utilisée par les éleveurs. Les autres espèces de ligneux figurant dans le régime alimentaire des ruminants sur parcours sont les suivantes : *Acacia nilotica* (grande densité à Kounghany sur zone inondable) ; *Balanites aegyptiaca* et *Bauhinia rufescens* qui sont particulièrement appréciés par les caprins et les bovins, d'autant que *bauhinia* présente le double avantage d'offrir feuilles et gousses en pleine saison sèche. Les zones au sud de Kidira, disposent d'une plus grande diversité spécifique, avec *Sterculia setigera*, *Ziziphus mauritiana*, *Adansonia digitata* et *Pterocarpus erinaceus* qui font partie des plus couramment utilisés en alimentation animale. D'ailleurs, des feuilles de *Pterocarpus* (jeunes rameaux), sont parfois commercialisées dans les centres urbains pour les petits élevages (moutons et chèvres)

Cependant, toutes les espèces présentes ne sont pas consommées par les animaux. En effet, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera* ou encore *Combretum sp*, ne sont pas très utilisés. Il est aussi à noter l'existence de parcours pastoraux caractérisés par endroits, par des espèces végétales considérées comme toxiques. Quelques ligneux et herbacées ont été identifiés par les éleveurs comme étant toxiques pour le bétail. C'est le cas de l'espèce appelée *Cassia sieberiana* ou « *samba sindi* » en pular.. Le *Combretum glutinosum* est un ligneux très présent dans la zone mais il contient des tanins, des polyphénols, de la vitexine, des proanthocyanidols, d'autres composés phénoliques, des acides aminés quaternarisés, des Stérols et des Triterpènes. Il présente ainsi un fort taux de lignine et un composé alcaloïde qui le rend toxique pour les animaux. Quant aux ligneux de type *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca*, ils sont particulièrement exploités pour l'élevage, alors que *Ziziphus mauritiana* et *Adansonia digitata* étaient sans feuilles ou en début de feuillaison au passage de l'équipe (mois d'Avril). Il a été observé que le renouvellement des feuilles a lieu à l'approche de la saison pluvieuse.

3.2.2.1.2.- Représentativité des espèces ligneuses

Sur quarante-sept espèces ligneuses recensées, près de la moitié subissent une forte pression de la part des éleveurs qui n'hésitent pas à les élaguer (ébrancher, émonder) au profit notamment des petits ruminants. Les bovins aussi en consomment en période de rareté de la biomasse herbacée. Les ligneux ont cette caractéristique de présenter un taux assez important de matière azotée totale (en

moyenne 35%) avec des variations résultant des espèces, des organes consommés, du stade végétatif et du moment de la récolte (Traoré, 1998). Il a été également constaté que les zones protégées, offrent une plus grande quantité de biomasse ligneuse. C'est le cas de la Réserve Naturelle Communautaire (RNC) du Boundou qui se situe à cheval sur les départements de Goudiry et Bakel. Il est également de fait que la densité de ligneux diminue régulièrement en passant de la zone soudanienne (Boundou) vers la zone sahélienne (Ferlo), avec des arbres de plus en plus gros. Les sites du département de Bakel (Hamadji, Kounghany et Gourel Alassane) sont caractérisés par des arbres plus vigoureux que celle des sites de Kidira. Avec l'arrêt des pluies intervenu précocement, il y a eu baisse des niveaux d'ébranchages chez *Sterculia setigera*, *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal*; les animaux ayant transhumé très tôt, *Boscia senegalensis* et *Calotropis procera*, maintiennent en permanence leur état de verdure en période sèche, mais malheureusement, ils ne sont pas appréciés. Des espèces, telles que *Guiera senegalensis* qui a une appétibilité faible et *Boscia senegalensis*, sont très adaptées à la sécheresse et sont retrouvées pratiquement dans tous les sites visités. .

Il a été constaté que seules certaines espèces sont broutées. Il y a celles qui sont particulièrement recherchées par au moins une des espèces de ruminants domestiques ; il y en a d'autres qui sont consommées à l'occasion et enfin quelques-unes sont refusées quelle que soit la saison et les animaux en présence.

Au final, on retiendra, du point de vue composition floristique des ligneux fourragers, que les espèces les plus représentées dans notre zone d'étude, demeurent les épineux, plus adaptés aux conditions du milieu. *Acacia seyal* est l'espèce la plus présente et la plus utilisée par les éleveurs.

Au sud, dans les localités de Bancouba, Lescadié et Arignadié on note une nette diversité des espèces avec une relative abondance de combrétacées et d'épineux. Il y a aussi des arbres à hautes valeurs fourragères comme le *sterculia setigera* (mbep).

Enfin, les sites à proximité du Ferlo (Ouro Mango, Ouro Farba, et la zone de Ngourone) sont caractérisés par une forte présence de *Leptadania hastata* qui s'adapte facilement au désert sableux et produit du fourrage même en saison sèche. Des espèces omniprésentes comme *Guiera senegalensis* très adapté à la sécheresse ainsi que *Boscia* que l'on retrouve pratiquement dans tous les sites visités y sont aussi très présentes. Malheureusement leur appétibilité n'est pas très élevée.

3.2.2.2. Densité des ligneux dans la HVFS

D'une manière générale, le paysage présente une densité de ligneux de plus en plus faible au fur et à mesure que l'on avance vers le nord. Les sites du département de Bakel (Hamadji, Kounghany et Gourel Alassane) sont caractérisés par des arbres plus vigoureux car n'ayant pas

subi une pression semblable à celle exercée sur les sites de Kidira. On y remarque *Sterculia setigera (mbep)* ainsi que *Balanites aegyptiaca* et *Acacia seyal*.

A la suite des décomptes et calculs effectués sur les arbres et arbustes, les résultats enregistrés sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 8: Densité (en nombre d'individus par hectare) des arbres et des buissons sur les sites de suivi des ressources pastorales dans la HVFS

Catégories	Arbres		Arbustes & Buissons		Total ligneux	
Sites	m	s.e	m	s.e.	m	s.e.
Gourel	20,7	3,4	40,9	6,6	61,6	10
Malandou	71,7	11,6	320,9	52,1	392,6	63,7
Ndiot	29,4	4,8	122,9	19,9	152,2	24,7
OuroFarba	20,8	3,4	318,5	51,7	339,3	55
Dindikane	82,4	13,4	269,2	43,7	351,6	57
Kounghani	27	4,4	22,4	3,6	49,5	8
Ngorone	24	3,9	277,6	45	301,7	48,9
Arignadje	57,4	9,3	274,6	44,6	332,1	53,9
Kounguel	24,2	3,9	266,3	43,2	290,4	47,1
Goundafa	36,6	5,9	51,2	8,3	87,8	14,3
Lescadje	41,3	6,7	333,8	54,1	375,1	60,8
MOYENNE	41,48	-----	208,9364	-----	248,5364	-----
ECART Type.	2,710	3,490	123,042	19,977	132,993	

m = medium ou médiane

s.e = standard error ou erreur standard

Les densités moyennes sur l'ensemble des sites sont d'environ :

- 41 individus / ha pour ce qui est les arbres et
- 209 individus / ha, s'agissant des arbustes et buissons.

Il apparaît que tous les sites pastoraux sont boisés avec une densité des arbres qui varie de 20 à 82 arbres par hectare, accompagnée d'une densité de buissons et d'arbustes bas, beaucoup plus variable d'un site à l'autre (22 à 334 / hectare) et un total d'individus ligneux variant d'une cinquantaine sur sites de Kounghani (49,5) ; Gourel (61,5) à plus de 350 par hectare dans les sites de Dindikane (352), Lescadje (375) et Malandou.(393).

Les décomptes effectués dans la zone d'étude, donnent des totaux variant entre 50 et 393 individus ligneux par hectare. Il est ressorti aussi que les sites pastoraux sont boisés avec des densités qui varient de 20 à 82 unités par hectare pour les arbres et de 22 à 334 unités par ha,

pour les buissons et arbustes. Ces densités ne s'adaptent pas avec la latitude et donc pas avec la pluviosité moyenne annuelle. Hiernaux (2013) explique cet état de fait par les sols argileux profonds (Ndiote, Kounghani) qui ont tendance à porter des densités moindres en arbres comme en buissons, surtout lorsqu'ils sont soumis à submersion temporaire (cas de Goundafa). Par contre, la faible profondeur du sol meuble ne réduit pas les densités d'arbres et de buisson (cas de Malandou, Koundel et Leskadjé) qui ne semblent pas être influencées par la pression de pâture apparente.

3.3. DISCUSSION

3.3.1. Composition floristique des herbacées

Notre étude a révélé que la moitié des sites étudiés ont vu la présence de la plupart des espèces herbacées identifiées. La zone de Kidira affiche la meilleure présence, malgré les traces de feu sur le site de Bancouba. L'impact de la mise en défens instaurée dans la réserve naturelle communautaire du Boundou (RNC), a également eu un effet positif certain, sur la préservation du tapis herbacé.

Dans le département de Matam, le niveau de présence enregistré a été relevé par l'importance de la biomasse obtenue à Ouro Farba (sud) alors qu'au nord, la quantité prélevée était quasi nulle à cause notamment des conditions du milieu (lithosols, lessivage et forte érosion éolienne). C'est aussi le cas à Kounghany dans le département de Bakel, où le site est caractérisé par un substrat inondable ne favorisant pas un développement optimal du tapis herbacé.

A l'analyse, il apparaît, sur la base des observations de la plupart des membres de notre équipe de terrain, que les niveaux de présence des espèces herbacées, sont très variables en passant de la zone sahélienne (Ferlo) à la zone soudanienne (Boundou). Ces variations, en fonction des sites, peuvent passer du simple au double. La pluviosité est plus favorable à la production des herbacées en zone soudanienne qu'en zone sahélienne si bien que Toutain (1980), note que dans la zone soudanienne le bétail dispose de fourrage vert deux fois plus longtemps qu'au Sahel. En comparant la composition floristique des herbacées de la partie sahélienne à celle du domaine soudanien, on constate une offre moins importante en quantités de fourrages consommables dont la variabilité est liée à la proportion utilisable

Sur le plan floristique, les parcours étudiés sont composés essentiellement de graminées. Dans les échantillons, il est cependant courant de rencontrer des légumineuses en faibles proportions

notamment *Zornia glochidiata* en état de dessèchement. Ceci s'explique par l'état physiologique de la végétation à cette période de sécheresse avancée.

Il est aussi prouvé qu'avant la sécheresse des années 1970, des graminées vivaces telles *Panicum turgidum*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Cyperus jeminicus*... étaient relativement fréquentes et leur recouvrement pouvait atteindre 20% (Bellefontaine et al 1997). Zoungrana (1991) a même trouvé à travers une étude réalisée en zone sud-soudanienne sur 15 stations, des valeurs de 2,4 à 8,4 T MS/ha en fonction de la qualité des sols.

La perte de diversité constatée des parcours naturels, est surtout favorisée par l'exploitation par les animaux. On assiste le plus souvent, à un broutement accéléré des espèces appréciées, d'où un épuisement de leurs réserves compromettant le déroulement du processus de fructification. Elles sont ensuite remplacées par des espèces à cycle végétatif très court, à dissémination zoochore qui ne laissent guère de paille en saison sèche (*Zornia glochidiata*) et offrent une résistance amoindrie aux agents d'érosion.

Si avant la sécheresse qui sévit depuis les années 70 en Afrique tropicale, des graminées vivaces (*Panicum turgidum*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Cyperus jeminicus* etc.) n'étaient pas rares et leur recouvrement pouvait atteindre 20%, aujourd'hui, elles ont pratiquement toutes disparu, laissant la place aux herbes annuelles (Valenza 1984).

Les études de ce même auteur, ont permis d'établir une relation entre l'importance de la pluviométrie et les types de plantes présentes, ce qui a abouti aux constats suivants : (i) avec une pluviométrie abondante, les plantes les plus hydrophiles (légumineuses en général) pousseront mieux ; (ii) si la pluviométrie est limitée, les plantes peu exigeantes en eau (genre *Aristida*, *Cenchrus*, *Schoenefeldia*) seront dominantes. Elles correspondent à des graminées peu appréciées, une fois sèches. De plus, en fonction de leur degré d'hydrophilie, certaines espèces spécifiques d'un type de relief ne se retrouveront qu'au fond des dépressions selon Rouveirolles, (2007). Il s'agit de *Brachiaria mutica* ou *Setaria barbata*. A l'inverse, on ne retrouvera *Cenchrus biflorus*, graminée peu hydrophile, que sur les dunes sableuses.

On comprend dès lors, que les espèces herbacées les plus appréciées au Ferlo sont (i) pour les bovins : *Brachiaria orthostachys*, *Zornia glochidiata*, *Schoenefeldia gracilis*, (Fall, 1995, cité par Diaw, 2003) ; (ii) chez les petits ruminants, *Zornia glochidiata* est l'espèce préférée.

Par contre 30% des espèces recensées sont dites « sans valeur pastorale », car ayant un indice spécifique de qualité nulle (Ndiaye, 2009)

Les enquêtes auprès des éleveurs ont révélé que les changements climatiques intervenus et qui ont été marqués par des conditions pluviométriques très difficiles et sévères, ont eu pour conséquences:

- La disparition de certaines espèces pourtant abondantes sur certains types de parcours jusqu'en 1970/1971 comme *Dihetropogon hagerupii*, *Elionurus elegans* et *Andropogon gayanus*.
- Le remplacement de certaines espèces par d'autres, moins appréciées, en particulier, d'*Aristida mutabilis*, *Schenfeldia gracilis* et *Chloris prieurii* par *Cenchrus biflorus* et *Dactyloctenium aegyptiacum*,
- Le remplacement des espèces ci-dessus citées, par *Zornia glochidiata* qui subit une forte exploitation de saison des pluies et ne reste que peu de temps au sol, après la fin des pluies, le laissant nu trop tôt.

Les résultats des travaux de Hiernaux (2006) révèlent que les herbacées pérennes se cantonnent soit à des plaines régulièrement inondées, soit à des dépressions du sud Sahel, soit au contraire, à des reliefs dunaires ou rocheux des confins nord de la zone sahélienne. Les formations à pérennes du sud Sahel surtout composées de *Cymbopogon caesius subsp. giganteus* ou de *Panicum subalbidum* s'apparentent aux savanes qui s'étendent plus au sud en zone soudanienne.

3.3.2. Composition floristique des ligneux fourragers

Nos résultats affichent une présence de ligneux de type, *Acacia seyal*, *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Adansonia digitata* ... qui sont fourragers *Acacia nilotica* (grande densité à Kounghany sur zone inondable) ; *Balanites aegyptiaca* et *Bauhinia rufescens*. Dans le sud de la HVFS, la diversité spécifique est toujours de règle, avec *Sterculia setigera*, *Ziziphus mauritiana*, *Adansonia digitata* et *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*... Ces mêmes espèces se retrouvent selon Hiernaux (2006) dans des zones ne dépassant pas le centre Sahel. Il a aussi fait noter que parmi les espèces plus fréquentes se rencontrent *Ziziphus mauritiana*, *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia nilotica* et *Mitragyna inermis*. Les types physiologiques des végétations aquatiques des mares, plaines d'inondation et lacs, nombreux dans cette région globalement endoréique, sont très diversifiés mais n'occupent que des superficies réduites exception faite des grandes plaines d'inondation (vallée du Sénégal, Macina au Mali, Dallols au Niger, lac Tchad, Sudd au Soudan). A la limite sud du Sahel, l'auteur a trouvé des espèces comme *Leptadenia pyrotechnica*, *Calotropis procera* et *Acacia tortilis* (Ickowicz, 2005) a montré que, parmi les ruminants domestiques sur parcours, seuls les ovins, caprins et camelins, consommaient de façon significative, le fourrage de *Acacia seyal*. Le même auteur révèle également que le prélèvement des ligneux intervient principalement en fin de saison sèche (entre avril et juin), lorsque les pâturages font défaut.

Ndiaye et al (2013) qui ont travaillé dans une portion de notre zone, ont trouvé que la flore ligneuse inventoriée du Ferlo, est riche de 35 espèces, réparties en 27 genres appartenant à 19 familles. Parmi

elles, les familles des Combrétaceae (7 espèces), Mimosaceae (6 espèces), Caesalpinaceae (3 espèces), Apocynaceae, Asclépiadaceae et Rubiaceae (2 espèces) sont mieux représentées. Les autres familles comptent chacune une espèce. Il s'agit des *Anacardiaceae*, *Balanitaceae*, *Bignoniaceae*, *Bombacaceae*, *Burseraceae*, *Capparaceae*, *Celastraceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Menispermaceae*, *Rhamnaceae*, *Sterculiaceae* et *Tiliaceae*. Les genres *Acacia*, *Combretum* et *Leptadenia* qui sont respectivement, mieux représentés.

Des espèces réputées très toxiques ont été identifiées. C'est le cas de l'espèce appelée *Cassia sieberiana* ou « samba sindi » en pular. Le *Combretum glutinosum* est aussi, un ligneux très présent dans la zone mais contient des tanins, des polyphénols, de la vitexine, des proanthocyanidols... Il nous reviendra d'approfondir la recherche à ce sujet.

3.3.3. Densité des ligneux fourragers

Les ligneux représentent une importance capitale dans l'alimentation des ruminants au Sahel. Cette assertion a été confirmée par plusieurs chercheurs puis par nos observations sur le terrain. D'après un rapport de l'ISRA (1984), la densité de ligneux dans la zone nord du Sénégal est comprise entre 60 et plus de 2000 pieds/ha en fonction des localisations (types de sols, topographie etc.). En tout état de cause une forte densité d'*Acacia nilotica* a été observée dans le grand lit du fleuve Sénégal dans la localité de Kounghany (département de Bakel).

Hiernaux (2006) confirme nos résultats de densité en trouvant aussi que le peuplement de plantes ligneuses de la grande majorité des formations végétales sahéliennes est extrêmement ouvert avec une densité inférieure à 100 individus par hectare et un recouvrement des houppiers inférieur à 1 % au nord et centre Sahel et inférieur à 500 individus et 5 % au sud Sahel. Ces peuplements sont associés à une strate d'herbacées largement dominée par des herbacées annuelles parmi lesquelles les graminées ont la première place. Diouf et al (2002) qui eux, ont travaillé dans la moyenne Vallée du Fleuve Sénégal, affirment que *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca* et *Boscia senegalensis* sont les espèces qui y sont les plus fréquentes; la densité de *Balanites aegyptiaca* est la plus élevée mais la surface terrière et le recouvrement de *Acacia tortilis*, sont plus importants. La quasi-totalité des gros individus du peuplement représentée par *Acacia tortilis*, confirme les observations de Akpo et Grouzis (1996). La présence d'individus épars ou disséminés montre que la végétation se développe sous des conditions climatiques difficiles, et/ou d'une action anthropique intense. Diouf (2002) a aussi trouvé, que les jeunes plants des ligneux tels que *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* paraissent résistants aux conditions de contraintes du milieu car ils parviennent à survivre après la saison des pluies. La densité et le taux de régénération de *Balanites aegyptiaca* plus importants

pourraient être liés à sa forte adaptabilité aux conditions de sécheresse. Ces résultats corroborent ceux des auteurs Floret et Pontanier. Dans le cadre de ces mêmes travaux, les résultats se retrouvent dans le sillage de ceux de nos travaux. Ils révèlent : la densité dans le Ferlo est de 149 individus à l'hectare. Elle varie de 64 pour *Balanites aegyptiaca*, 53 pour *Boscia senegalensis*, à 28 pour *Acacia tortilis*. La densité des autres espèces est de l'ordre de 2 individus à l'hectare ; La distance moyenne entre deux arbres est de 6,3 m avec un coefficient de variation (Cv) de 54,7 %. Cet important coefficient de variation indique certainement qu'il y a des agrégats, c'est à dire que la végétation est distribuée en bosquets. Pour Sarr et al (2013) qui ont travaillé dans Communauté Rurale de Lour Escle (par Kaffrine/ Sénégal), quatre espèces couvrent à elles seules 2204,8 m²/ha soit 98,5% (*Acacia tortilis* 65,2% ; *Balanites aegyptiaca* 24,9%). Dans cette étude, les ligneux fourragers représentent 27 sur 51 espèces citées par les populations soit, près de 53%. Ils sont le principal recours du bétail en période sèche.

CHAPITRE IV: EVALUATION DES RESSOURCES FOURRAGERES

Les ressources fourragères sont constituées par les pâturages naturels herbacés et ligneux, qui, en élevage extensif, assurent de façon quasi exclusive, l'alimentation du bétail. Notre étude qui s'inscrit dans une démarche tendant à mieux faire comprendre la situation du pastoralisme dans notre pays, a choisi de mettre à la disposition des acteurs de l'élevage, les données et informations nécessaires pour une meilleure gestion du secteur. L'évaluation des ressources fourragères rentre dans ce cadre et revient à étudier, après exposition de la méthodologie utilisée, les aspects se rapportant aux niveaux des productions des parcours herbacés et des ligneux fourragers ainsi que de leur appréciation à partir de la détermination de leur capacité de charge et des analyses bromatologiques de leurs échantillons.

4.1. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

4.1.1. Etude de la Productivité des herbacés

Les études portant sur la Productivité des parcours herbacés ont été menées selon le même principe de prélèvement d'échantillons de biomasse herbacée, comme décrit ci – dessus (Voir méthodologie).

Les mesures de biomasse ont été effectuées sur lesdits prélèvements et l'estimation de la production primaire de biomasse herbacée s'appuie sur la méthode de la récolte intégrale appliquée sur les placettes identifiées, telle que décrite par Levang et Grouzis (1980) ; Valenza et al (1984) ; Akpo et al (1993). L'herbe est coupée à la cisaille à l'intérieur du carré de 1 m², comme le proposent Levang et Grouzis (1980), pour le Sahel. Une partie de la matière verte prélevée sur chaque plateau, est transportée au labo après un ré-échantillonnage effectué pour chaque niveau de production. Une balance numérique a ensuite servi au pesage des échantillons avant la mise à l'étuve à 60° C pendant 48 à 72 heures, jusqu'à obtention d'un poids constant par lequel, il a été déterminé, la quantité de matière sèche. L'ensemble des échantillons conformes, a été traité pour ce faire, en veillant à respecter un nombre minimum de 30 répétitions, Levang et Grouzis (1980), estimant que la précision est convenable à cette fréquence et s'améliore peu, au-delà

L'étude a été faite en deux (2) phases. La première s'est déroulée dans l'UP Malandou, au niveau de ses 3 Sites de Contrôle au Sol ouverts dans le cadre du programme de suivi de la biomasse du CSE, couvrant les parties nord de la Région de Matam entre 1994 et 2014. La seconde phase a consisté en une extension de la zone d'études qui a englobé en plus, du nord de la HVFS, la partie sud de la HVFS (Sud département de Matam et les départements de Tamba Counda, Goudiry et Bakel), l'ensemble étant déployé sur 11 sites.

4.1.2. Méthodes d'évaluation des fourrages ligneux

Selon Hiernaux (2013), les ligneux ont un rôle majeur que l'on peut apprécier par la densité, la surface des couronnes, le couvert, la surface terrière, le volume et la masse de bois, la quantité de feuillage... C'est sur la base de ces paramètres d'appréciation de la valeur globale, que nous avons ciblé essentiellement, pour les besoins de cette étude, des caractères déterminants dans la représentativité fourragère des ligneux présents dans cette zone d'études. Il s'agit de :

- la densité, traitée dans le précédent chapitre (Voir P.84)
- la hauteur de la canopée (haut.) : Elle détermine la profondeur du feuillage qui donne des indications sur l'envergure de l'arbre et donc sur son potentiel de production fourragère ;
- la masse du feuillage potentiel (Rbf) : Elle se rapporte à la quantité de biomasse foliaire produite qui constitue l'élément fourrager par excellence, que l'on trouve dans les arbres et les arbustes.

4.1.2.1.- La hauteur de canopée

Les hauteurs de canopée des arbres et arbustes, ont été mesurées à l'aide d'un altimètre qui est un instrument de mesure, permettant de déterminer la distance verticale entre un point et une surface de référence. Dans le cas de cette étude, il a renseigné sur la profondeur du feuillage par rapport au niveau de la base supérieure du tronc des arbres et arbustes ciblés, qui en serait le calage altimétrique. Les hauteurs de houppiers des arbres et arbustes (hauteur) fourragers trouvés le long de l'axe balisé, sont toutes mesurées. Puis, par calcul de la moyenne, les hauteurs des canopées ont été déterminées pour chaque site.

4.1.2.2.- La biomasse foliaire

Pour avoir la biomasse foliaire, chaque branche et/ou rameau de chaque arbre et arbuste/buisson se trouvant à l'intérieur de la bande circonscrite, de part et d'autre de l'axe balisé, est récolté entièrement et toutes les feuilles sont séchées et pesées à l'aide d'un peson à ressort. Par déduction, les quantités biomasse foliaire par espèce et pour l'ensemble du site, ont été déterminées. Par la suite, un calcul simple permet de trouver la quantité de biomasse foliaire par ha.

4.1.3. Analyses bromatologiques

Les travaux de laboratoire se sont rapportés à une appréciation générale de la valeur alimentaire, après prélèvement et préparation d'échantillons, assortie d'analyses chimiques.

Le choix des espèces ligneuses étudiées, a été effectué sur la base des résultats d'enquêtes que nous avons menées dans la zone d'étude. Ainsi, les plantes retenues sont considérées comme étant très utilisées par les éleveurs et sont, pour l'essentiel, feuillues entre février et juillet, au moment de la

raréfaction du pâturage. Durant cette période, les ligneux constituent une alternative certaine pour contribuer à la couverture des besoins alimentaires des animaux. Un premier inventaire des espèces ligneuses des zones de Tambacounda, Bakel et Matam, a permis d'identifier environ une cinquantaine (50) d'espèces fourragères régulièrement présentes. Aussi, pour les besoins de notre étude qui tient compte d'un certain nombre de contraintes, les cinq (05) espèces les plus appréciées et les plus utilisées, de l'avis des éleveurs, ont été ciblées.

Sur la base des opinions d'au moins 90% des éleveurs et recoupées avec les observations des membres de l'équipe, les espèces reconnues comme les plus usitées pour nourrir le cheptel, dans les sites d'études, sont les suivantes : *Faidherbia albida* ; *Acacia tortilis* ; *Acacia seyal* ; *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana*.

4.1.3.1.- Prélèvement et préparation des échantillons

Les échantillons de fourrage tirés des arbres et arbustes qui ont fait l'objet de cette étude, sont collectés dans les départements de Goudiry et Bakel (Région de Tambacounda) et de Matam. Ledit fourrage est séché à l'ombre jusqu'à un poids constant puis, finement broyé et passé à un tamis de 1 mm. Après quoi, les échantillons pesant 500 g à 1 kg, sont mis en sachets et marqués selon la numérotation du laboratoire.

4.1.3.2. Analyses chimiques

Les analyses chimiques ont été réalisées au Laboratoire de Chimie du Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires (LNERV) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), selon les méthodes éprouvées, communément appelées « Official Methods of Analysis », mises au point par « the Association of Official Agricultural Chemists » (AOAC) (1990).

Les principales analyses effectuées concernent :

- la matière sèche (MS) : qui a été obtenue par dessiccation à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures,
- les teneurs en cendres totales ou matières minérales (MM) : par calcination à 550°C et
- les matières azotées totales (MAT) : par la méthode de Kjeldahl.
- la cellulose brute (CB) : mesurée selon la méthode de Weende et
- les constituants pariétaux : les parois totales ou NDF (Neutral detergent fiber) et la ligno-cellulose ou ADF (acid detergent fiber) par la méthode Van Soest et al (1991).

4.1.4. Méthodes de calcul de la capacité de charge

La Capacité de Charge (CC) est le rapport qui permet de déterminer jusqu'à quel niveau, un pâturage peut être exploité sans risque de le voir se dégrader, ou de voir le bétail sous-alimenté (Bremner et De Ridder) (1991) ; Kouassi et *al.* (2014)) ; Nous calculerons la capacité de charge des parcours de notre zone d'études, à partir des données de base habituellement admises, qui sont les suivantes :

- la Production des parcours (P) : C'est la production végétale moyenne estimée.
- la consommation de l'UBT (Unité de Bétail Tropical, soit, 250 kg de poids vif) estimée à 6,25 kg de MS (matière sèche) par jour ;
- les effectifs des troupeaux résidant dans chacune des zones, sont exprimés en nombre d'UBT

Les capacités de charge à différentes périodes de l'année ont été calculées suivant la formule proposée par ABOH & Col (2012), élaborée ainsi qu'il suit :

$$\text{C.C. (UBT/ha/an)} = \frac{K * \text{Qté de biomasse totale consommable} \left(\text{en Kg} \frac{\text{MS}}{\text{ha}} \right)}{6,25 \text{ kg} \frac{\text{MS}}{\text{UBT}} / \text{J} \times N}, \text{ avec :}$$

- **K** = Fraction de la quantité de biomasse totale consommable : La part consommable dans un pâturage moyen, est estimée à 1/3 ou 1/4 de la production totale, selon le niveau de couverture des parcours naturels.
- **N** = Nombre de jours (Saison ou année) : la durée moyenne des saisons sèches qui, en général, couvrent les mois de Novembre à Juin (8 mois) est estimée à 240 jours. La consommation d'1 UBT pendant cette période est ainsi évaluée à 1500 kg de MS

4.2. RESULTATS

Dans cette étude, l'évaluation des ressources fourragères a été faite en s'appuyant sur :

- les prélèvements et préparation d'échantillons suivis de pesées et mesures effectués dans les différents sites, sur les herbacés et ligneux des parcours ;
- les données pluviométriques enregistrées assorties des productions de biomasse calculées ;
- les analyses bromatologiques qui ont porté sur 5 espèces ligneuses.

Il découle de ces travaux, les résultats ci – après, se rapportant, pour les herbacés, à (i) la production de biomasse et, pour les ligneux, à (ii) la hauteur de canopée et à (iii) la masse du feuillage potentiel. Par ailleurs l'analyse et l'exploitation des données et informations tirées de ces travaux ont permis de procéder à (iv) la détermination de la capacité de charge des parcours s'étendant sur les zones

couvertes par la HVFS et de trouver les valeurs alimentaires des 5 espèces de ligneux fourragers ciblés par notre étude.

Pour se doter d'outils de prévision de la quantité de fourrage produite, des modèles de prédiction basés sur la conception d'équations ont été mis au point.

4.2.1. Evaluation des herbacées

Les travaux entrepris se sont rapportés à la biomasse herbacée telle que présentée dans les deux zones qui constituent la Haute Vallée du Fleuve Sénégal. Dans le cadre de l'évaluation qui en a découlé, la production des parcours situés dans l'Unité Pastorale de Malandou, à cheval entre la vallée du Fleuve et le Ferlo, donc, plus au nord et celle de la zone du « Boundou », au sud de la HVFS ont été étudiés. Les résultats enregistrés affichent les quantités de biomasse produites dans chaque zone et donnent lieu à une analyse de leur niveau en rapport avec les pluviométries recueillies dans chacune des campagnes suivies.

4.2.1.1. Production de biomasse herbacée dans la zone nord de la HVFS

Au niveau de l'Unité Pastorale de Malandou, et au nord de la HVFS, les résultats enregistrés dans les 3 sites de Contrôle au Sol (SCS) identifiés dans cette zone, sont affichés dans le tableau 9. Ils sont tirés des mesures de biomasse faites par échantillonnage et par coupe durant la période 1994 – 2014. Le suivi de la production de biomasse a permis d'enregistrer les quantités de biomasse herbacée (en kg de MS/ha) mesurées sur les 3 sites de Contrôle au Sol du CSE, mis en place dans l'Unité Pastorale et ses environs.

On voit que sur 17 années de suivi, les quantités de biomasses disponibles varient entre 2401 kg MS/ha produits en 2014, au niveau du site SCS2 et 186 kg de MS /ha enregistrés au cours de l'année 2006 sur le site SCS1.

Tableau 9: Production herbagère (kg MS/ha) et pluviométrie mesurées sur les 3 sites de Contrôle au Sol (CS1, 2, 3) de l'UP Malandou 1994 – 2014 (Zone Nord) (Source CSE)

Années suivies Productions	1994 An 1	1995 An 2	1996 An 3	1997 An 4	1998 An 5	1999 An 6	2000 An 7	2005 An 8	2006 An 9	2007 An10	2008 An11	2009 An 12	2010 An 13	2011 An 14	2012 An 15	2013 An 16	2014 An 17
Prod SCS 1	1169	1 192	1 036	499	713	1 793	1 717	777	186	520	394	968	939	911	632	324	888
Prod SCS 2	1798	1 849	735	481	683	1 422	1 891	1420	395	521	602	1035	1 636	2003	2100	1140	2401
Prod SCS 3	1949	1 927	1 029	341	478	1 373	2 110	478	413	1 095	747	1101	1 795	1427	1092	1014	1546
Moyenne Biomasse produite (en kg MS/ha)	1639	1656	933	440	625	1529	1906	892	331	712	581	1035	1457	1447	1275	826	1612
Écart-type	414	404	172	86	128	230	197	481	126	331	178	66	455	546	751	439	759
Pluviométrie (mm)	541	394	356	301	330	405	503	433	314	349	495	429	829	359	730	494	376

Source : CSE - Dakar

Prod SCS2 : Production de biomasse herbacée sur le Site de Contrôle au Sol N°2

Prod SCS3 : Production de biomasse herbacée sur le Site de Contrôle au Sol N°3

Prod SCS1 : Production de biomasse herbacée sur le Site de Contrôle au Sol N°1

Moyenne Production annuelle de biomasse herbacée sur les 17 années suivies: **1111 kg MS/ha**

sur une moyenne pluviométrique de **449,29411 ≈ 449 mm/an (après correction, Moyenne = 405 mm)**

La moyenne de production annuelle, calculée sur la période suivie et concernant les 3 sites de contrôle au sol, est égale à 1111 kg de MS/ha, avec une pluviométrie moyenne de 450 mm. Les résultats sont obtenus au niveau des trois sites (SC1, SC2 et SC3) et la moyenne calculée donne la productivité retenue comme étant celle de l'U.P et de la zone nord.

➤ Classification des années suivies par rapport à la productivité

En s'appuyant sur le modèle de classification du CSE, qui a défini trois (3) classes de biomasse en fonction des quantités d'herbacées produites annuellement, et sur la base des résultats de productivité présentés, il apparaît que la partie nord de la HVFS peut être catégorisée en classe 2 du CSE avec 11 soit 61% des 17 années suivies. Elle se caractérise comme une zone de faible à moyenne productivité (Voir tableau 10) mais compte 88% d'années à productivité moyennes à fortes. A noter que cette classification présentée dans le tableau ci – après, a été conçue par le CSE et seulement applicable au Sénégal et ses environs immédiats.

Tableau 10: Classification des années suivies

Classes (En fonct° Product° moy./an)	Années	Nbre d'années	Taux (%)
Classe 1 Très faible à faible (< 500 kg MS/ha)	1997 et 2006	2 années	≈ 12 %
Classe 2 Faible à moyenne (500 à 1500 kg MS/ha)	1996, 1998, 2005, 2007, 2008, 2009 et 2010, 2011 ; 2012 ; 2013 ;	10 années	≈ 59 %
Classe 3 Moyenne à très forte (> 1.500 kg MS/ha)	1994 ; 1995 ; 1999 ; 2000 ; 2014	5 années	≈ 29 %

Le tableau 9 ci – dessus donne les quantités de biomasse herbacée (en kg de MS/ha) mesurées sur les différents sites de Contrôle au Sol couvrant l'Unité Pastorale de Malandou : SCS1, SCS2 et SCS3.

Au vu de ces résultats, la moyenne de production de biomasse herbacée, calculée sur les 17 années suivies, montre une production herbacère par hectare pour SCS1, comprise, entre :

- un minimum de 186 kg MS/ha, obtenue en 2006, avec 314 mm de pluie et,
- un maximum de 2401 kg MS/ha en 2014, la pluviométrie moyenne étant de 400 mm

Pour SCS2, la production herbacée varie

- de la plus faible production (395 kg MS/ha) en 2006 avec 314 mm de pluie,

- à la plus forte biomasse (2401 kg MS/ha), l'année 2014 avec 376 mm de pluie.

Enfin SCS3 a enregistré :

- Entre 341 kg de MS/ha en 1997, sur une pluviométrie de 300 mm, et 1906 kg de MS/ha en 2000, avec 503 mm de pluie enregistrée

Il résulte de ces données, que, sur l'ensemble de la zone, des productions de biomasse herbacée record de 2401 kg MS /ha, enregistrées en 2014, avec des pluviométries variant entre 300 et 400 mm).

➤ **Production de biomasse herbacée et pluviométrie**

Dans la partie Nord de la HVFS, les productions moyennes de biomasse les plus importantes (2401, 1 906, 1 656 et 1 638 kg MS/ha) ont été enregistrées durant des années très pluvieuses (respectivement 2000, 1995 et 1994) avec des hauteurs de pluies comprises entre 400 et 550 mm, (376 mm en 2014)

Le Tableau 9 ci - dessus, donne les quantités de biomasse herbacée (en kg de MS/ha) mesurées sur les différents sites de l'Unité Pastorale de Malandou (UPM) (SCS1, SCS2 et SCS3) .en relation avec la pluviométrie enregistrée dans les 3 sites de contrôle au sol.

On voit que sur 17 années de suivi dans le nord de la HVFS, les quantités de biomasses disponibles varient entre 2401 kg MS/ha produits en 2014 et 331 kg de MS /ha enregistrés au cours de l'année 2006. La moyenne de production annuelle, calculée sur la période suivie et concernant les 3 sites de contrôle au sol, est égale à 1159 kg de MS/ha avec des hauteurs de pluies comprises entre 300 et 550 mm. En s'appuyant sur le modèle de classification du CSE, qui a défini trois (3) classes de biomasse en fonction des quantités d'herbacés produites annuellement, et sur la base des résultats de productivité présentés dans le tableau 10 , il apparait que la partie nord HVFS, peut être catégorisée en classe 2 du CSE avec 10 années sur les 17 suivies.

En procédant à un classement des niveaux de production herbagère, il a été observé que :

- les années les plus productives sont : 2014 (2401 kg MS/ha, avec 376 mm de pluie; 1995 (1 656 kg MS/ha avec 393 mm de pluie); 1994 (1 638 kg MS/ha avec 541 mm de pluie)
- les productions moyennes les plus faibles ont été enregistrées durant les années 1998 (624 kg MS avec 330 mm de pluie); 1997 (440 kg MS avec 301 mm de pluie); 2006 (331 kg MS avec 314 mm) c'est-à-dire, des niveaux de pluviométrie d'environ 300 mm

Si l'on considère les productions enregistrées durant les 17 années de suivi, on peut retenir que les quantités de biomasses disponibles dans la zone varient en moyenne entre 1906 kg MS/ha produits en 1995 et 331 kg de MS /ha enregistrés au cours de l'année 2006.

La moyenne de production annuelle, calculée sur la période suivie et se rapportant aux 3 sites de contrôle au sol, est égale à 1111 kg de MS/ha

4.2.1.2. Production de biomasse herbacée dans la partie sud de la HVFS

Dans cette zone, les prélèvements ont été faits dans des endroits assez caractéristiques, courant 2015, non loin des gites d'étapes (aire de stationnement, de repos ou de court séjour des pasteurs et de leurs troupeaux jalonnant les pistes de transhumance) et à proximité des villages ; cependant, l'enclavement de ces sites avec des pistes parfois impraticables car très accidentés, a constitué une limite.

Sur les onze (11) sites de ladite zone, 6 ont été choisis au hasard pour nous permettre d'estimer la production de biomasse herbagère. C'est ainsi que les prélèvements et mesures ont été réalisés au niveau des villages - hôtes de (i) Lescadje, (ii) Ouro farba, (iii) ouro Mango, (iv) Koundel, (v) Arignadié (vi) Hamadji.

KG MS/HA

Les résultats obtenus, se rapportant à ces prélèvements, affichent les productions de biomasse herbagère qui sont présentées par site, dans le graphique 15 qui suit.

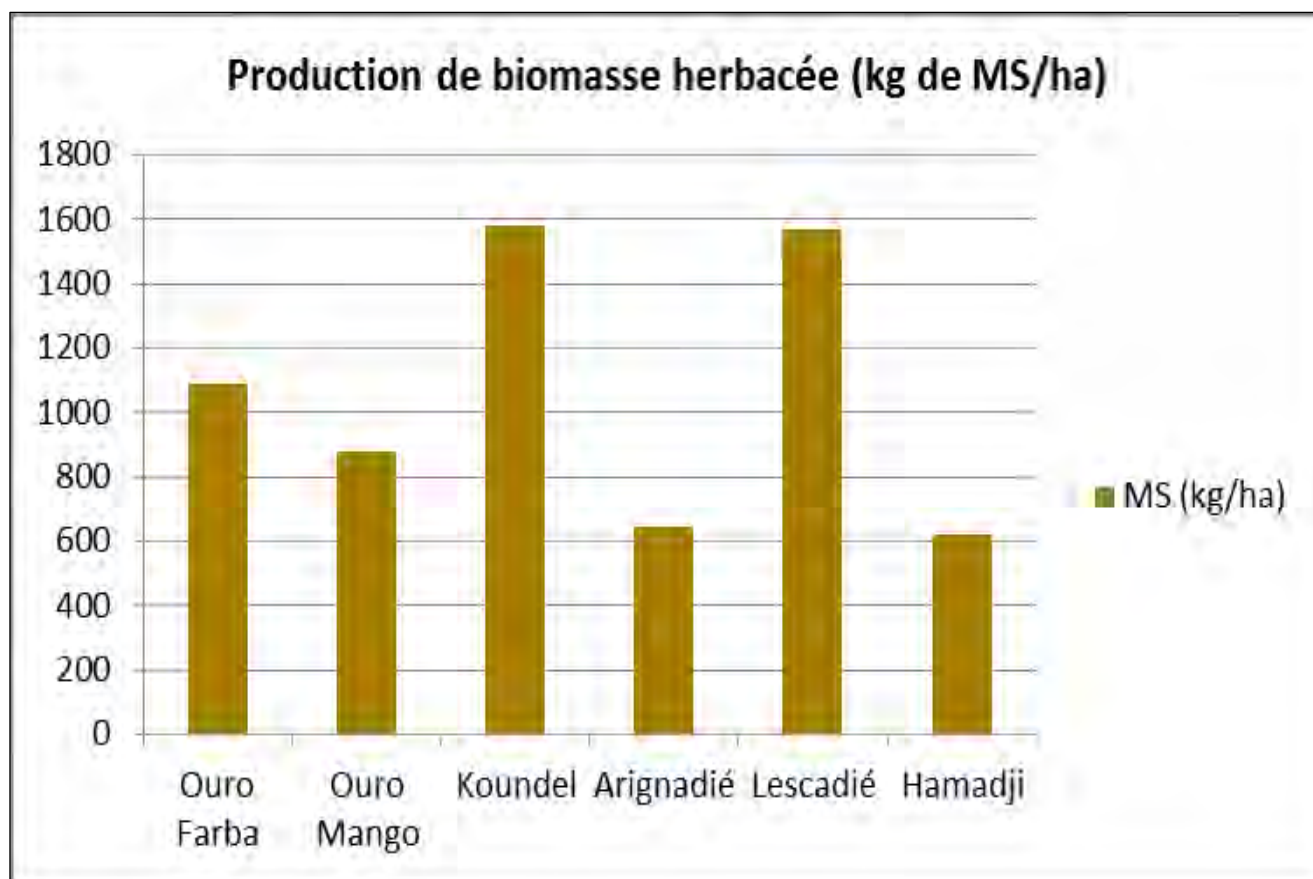


Figure 13: Production de biomasse herbacée par site

On constate, sur la base de ces résultats, une production de biomasse acceptable à Ouro Farba (environ 1100 kg MS/ ha) Pour une pluviométrie variant en moyenne de 400 mm, dans les sites du nord à 697 mm dans ceux du sud, la production de biomasse enregistrée a été estimée entre 600 (Hamadji et Ariniadjé) et 800 kg de MS/ha (à Ouro Mango) et varie jusqu'à des maxima de 1566 (à Lescadié) et 1579 kg/ha (à Koundel), la moyenne annuelle calculée étant de 1063 kg MS / ha,

La plupart des sites sont composés essentiellement de graminées. Dans les échantillons, il est cependant courant de rencontrer des légumineuses en faibles proportions, notamment *Zornia glochidiata*.

4.2.1.2.1. Analyse des résultats de production de biomasse

Le graphique de la figure 15 ci - dessus, montre que la production de biomasse dépasse rarement une (1) tonne par hectare en pleine saison sèche (mars, avril). Les productions ont varié entre 600 et 800 kg/ha, composées essentiellement de graminées. Dans les échantillons, il est cependant courant de rencontrer des légumineuses en faibles proportions, notamment *Zornia glochidiata* en état de dessèchement. Ceci s'explique par l'état physiologique de la végétation en période de saison sèche

avancée. Les pics de production de biomasse ont atteint 1578,76 kg MS /ha à Koundel et près de 1566 kg MS /ha à Lescadié.

4.2.1.2.2. Conception de modèles de prédiction

Des modèles de prédiction de la biomasse herbagère produite en fonction de la pluviométrie ont été établis, aboutissant à la conception de deux équations qui se révèlent comme des outils de prévision de la quantité de fourrage attendue au terme de la campagne d'hivernage.

Les applications se sont limitées à la zone Nord de la HVFS, de nombreux chercheurs dont les Pastoralistes du PPS (2009) ayant déjà prouvé qu'au-delà de 400 mm de pluie, c'est le facteur « sol » qui est le plus limitant par rapport à la quantité de biomasse produite, alors qu'en deçà, c'est « l'eau ».

➤ Equations simplifiées

Elles sont tirées de la relation entre les 2 variables représentées par (i) les quantités de biomasses produites, mesurées pendant 17 années d'études et (ii) les quantités de pluies annuelles enregistrées correspondantes.

Les données figurant dans le tableau 11, ci –après, ont permis, par déduction, de trouver les quantités de biomasse produites par millimètre (mm) de pluie tombée et d'en tirer une équation de référence:

Tableau 11: Production herbagère (en kg MS/ha) par rapport à la pluviométrie (en mm)

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Moy KgMS /ha
Moy. Prod (kg MS/ha)	1639	1656	933	440	625	1529	1906	892	331	712	581	1035	1457	1447	1275	826	1612	1111
Pluviométrie (en mm)	541	394	356	301	330	405	503	433	314	349	495	429	829	359	730	494	376	441
kg MS /ha / mm	3,03	4,20	2,62	1,46	1,89	3,77	3,79	2,06	1,05	2,04	1,17	2,4	1,76	4,03	1,746	1,67	4,29	2,52.

Les résultats affichent à l'hectare, une production de biomasse par millimètre (mm) de pluie tombée, qui varie de 1,05 kg MS. à 4,29 kg MS. Rapportée à l'ensemble de la zone nord, la production calculée, est en moyenne de $2,52 \text{ kg MSha}^{-1} / \text{mm}$ de pluie enregistrée, soit l'équation suivante qui en a résulté, à savoir : Si BHP = Biomasse Herbacée Produite (en kg de MS/ha) ; 2,52, un coefficient et P = Pluviométrie (en mm /an), L'équation qui en résulte, est la suivante : $\text{B.H.P.} = 2,52 * P$.

➤ Equations de régression

Le Principe repose sur la mise à profit des données de chacun des 3 sites dont l'analyse avait permis d'obtenir une synthèse à travers la moyenne des résultats de SCS1, 2, et 3 permettant la conception d'une équation de prédiction. En effet, les régressions calculées à partir de la pluviométrie intégrée à la production de biomasse moyenne, mesurée sur les 3 sites, avait permis de trouver une première équation avec un coefficient de détermination de : (i) $R^2 = 0,2402$. Cette corrélation apparaît peu significative pour établir des prévisions à partir d'équation intégrant la pluviométrie et la production de biomasse. Elle est de type : $Y = ax^n$ et peut s'écrire sous la forme : $BP = a * p^n$, Cette équation ainsi considérée comme étant l'équation de référence, est la régression calculée entre les résultats de pluviométrie croisées aux quantités de biomasse mesurée sur le terrain, L'équation globale qui en découle et qui résulte de la synthèse des données tirées des 3 sites, est illustrée par le graphique de la figure 16 qui suit et s'établit comme suit:

- $y = 4,285 \cdot X^{0,8979}$, soit : $\text{B.P.} = 4,285 * P^{0,8979}$ ($R^2 = 0,2402$)
- **Biomasse Herbacée Produite (B.H.P.)** = $4,285 * \text{Pluviométrie}^{0,8979}$ avec $R^2 = 0,2402$

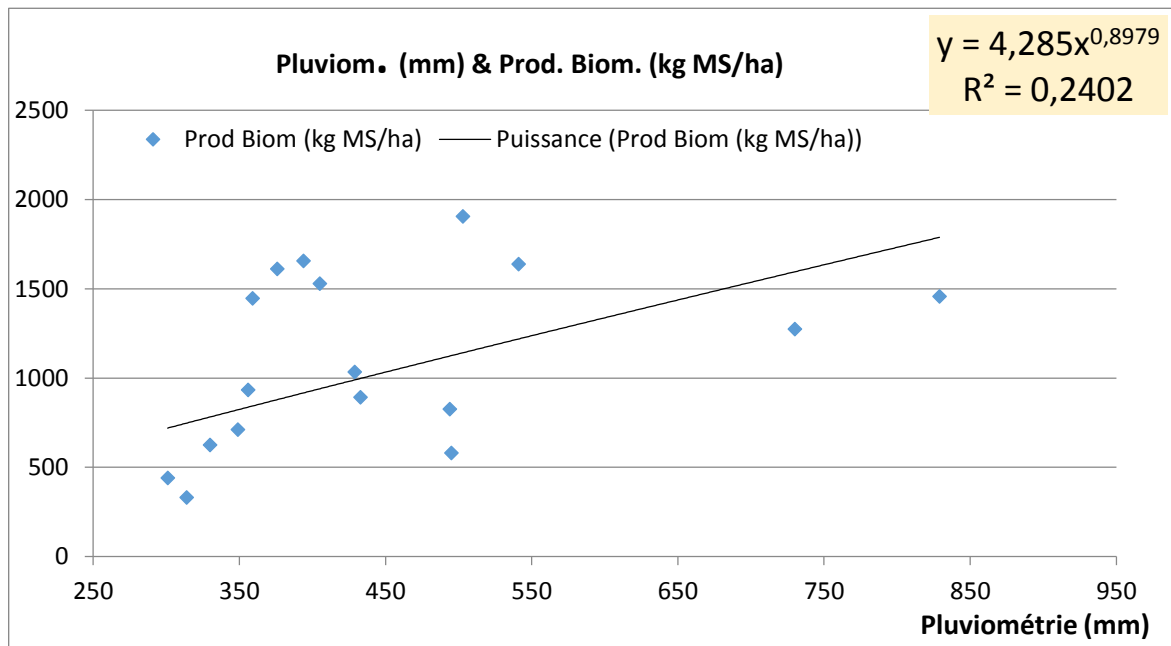


Figure 14 : Relation biomasse produite et Pluviométrie

Le 2^{ème} Modèle d'équation conçu est une équation de type du second degré :

Avec les mêmes données et la démarche basée sur l'utilisation de la moyenne des résultats enregistrés dans les 3 sites de CS, représentant une synthèse pour l'ensemble de la zone, a abouti à une nouvelle

équation de la forme $Y = ax^2 + bx + c$ $y = -0,0067x^2 + 8,7615x - 1332,8$, soit :

B.H.P. = $0,0067 P^2 + 8,7615 P - 1332,8$ avec $R^2 = 0,2535$ (Voir graphique de la figure 17), plus bas.

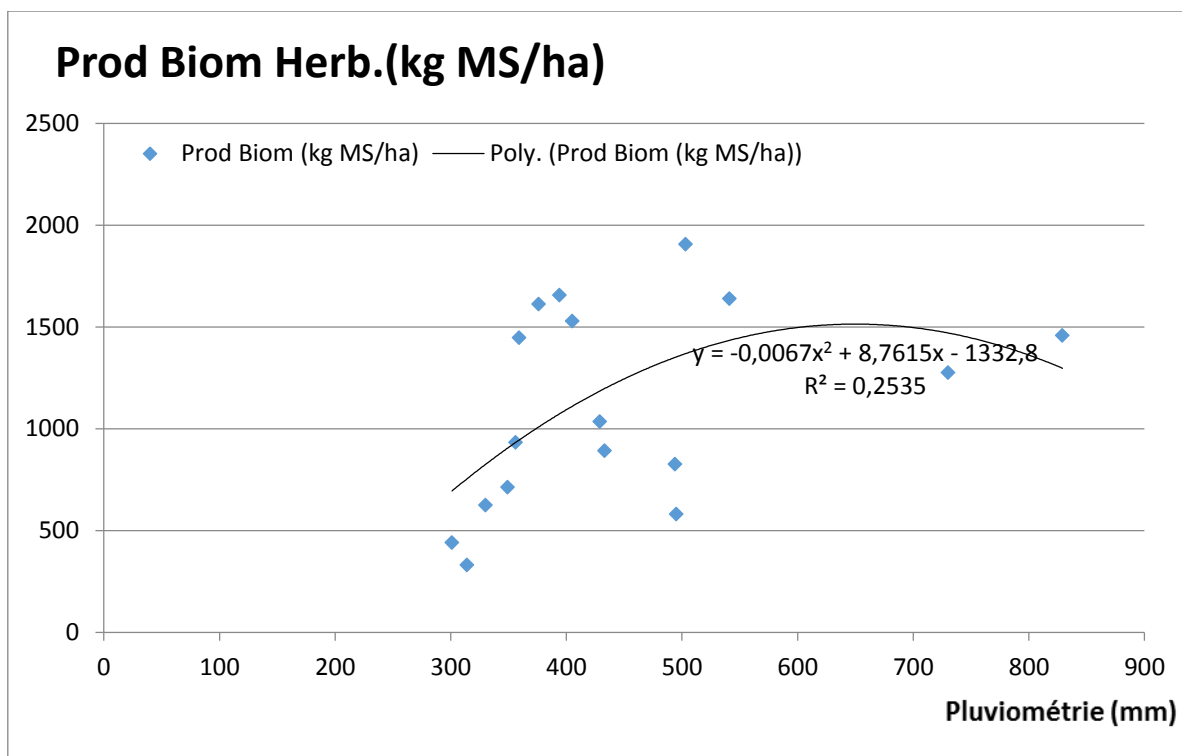


Figure 15 : Graphique de Synthèse des Données Pluviométrie / Biomasse herbacée des 3 Sites de Malandou

Cette équation fait également la synthèse des relevés effectués sur les 3 sites mais la corrélation qui est de $R^2 = 0,2535$, bien qu'étant amélioré un tant soit peu, n'est toujours pas significatif et ne peut faire l'objet d'une utilisation à des fins de prédiction maximale au sommet de l'arbre:

Si elle est supérieure à 4 mètres (' c'est un arbre') ; si elle est inférieure ('on parle d'arbustes ou buisson'). Cette hauteur est réduite à 3 mètres dans le site de Dindikané.

Tableau 12: Stratification des peuplements des sites (hauteur en mètres)

Peuplements	Arbres	Arbustes - Buissons
Caractéristiques Sites	haut (mètres)	haut. (mètres)
Gourel-Oumar	6,4	2,2
Malandou	5,8	1,6
Ndiote	5,8	1,6
OuroFarba	5,3	1,8
Dindikane	5,2	1,3
Kounghani	6,2	1,7
Ngorone	6,5	1,5
Arignadje	8,6	2,3
Kounguel	7,9	1,8
Goudafa	7	2,2
Leskadje	6,7	1,6
TOTAUX	-----	-----
Moyenne	6,490	1,781
Ecart - Type	1,042	0,322

(Haut) = hauteur canopée

Les espèces inventoriées dans les 11 sites d'études, affichent des résultats mitigés avec :

Les hauteurs de canopée moyennes sont de :

- 6, 5 m, avec des variations de 5,3 m à 8,6m chez les arbres et
- 1,8 m, avec maxima de 2,3 m et des minima de 1,3m chez les buissons

4.2.1.3. Production de biomasse foliaire

Les feuilles de ligneux représentent les parties les plus consommées par le bétail. Parmi les plantes, il y a celles à croissance végétative saisonnière (généralement en fin de saison sèche et en hivernage) et celles qui croissent après les pluies (Maconochie 1973). Cependant quel que soit le groupe, la foliation et la défoliation sont synchrones (Maconochie et Lange 1970)

Tableau 13: Biomasse de feuilles produites /site

Peuplements	Arbres	Arbustes - Buissons	Total masse feuillue
Caractérist. Sites	rbf (en Kg/ha)	rbf (en Kg/ha)	rbf (en Kg/ha)
Gourel-	254,2	101,2	355,4
Malandou	121,8	341,8	463,6
Ndiote	239,5	50,7	290,2
OuroFarba	130,4	231,6	362
Dindikane	485,8	73,7	559,5
Kounghani	454,2	19	473,2
Ngorone	286,1	121,2	407,3
Arignadje	801,4	314,2	1115,6
Kounguel	473,8	222,6	696,4
Goudafa	639,3	92,7	732
Leskadje	374,7	228,7	603,4
TOTAUX	4261,2	1797,4	6058,6
Moyenne	387,3818182	163,4	550,7818182
Ecart - Type	210,497353	109,194359	234,9108547

Dans le tableau 13 qui suit, les quantités de feuillage récoltées sont en moyenne de :

- 387 kg/ha, avec des variations allant de 130 à 801 kg/ha pour les arbres et
- 163 kg/ha chez les buissons, avec des minima de 19 kg/ha et des maxima de 342 kg /ha

Sur l'ensemble de la zone d'étude, la production totale de masse foliaire à l'hectare a été estimée à 4261 kg chez les arbres et 1797 kg chez les arbustes et buissons, soit au total, 6059 kg de masse de feuilles disponibles dans tous les sites. Le total des productions de feuilles (cumul arbres et arbustes) par site ont varié de 290,2 Kg/ha (site de Ndioté) à 1116 kg /ha (site de Arignadié)

La répartition donne environ 75% du total des feuilles apporté par les arbres et 25% par les arbustes et buissons. Le graphique suivant, (figure 18) affiche le détail des résultats des productions estimées :

- **de la biomasse de feuilles** produites par les arbres et arbustes trouvés dans les sites.

- **de la somme des biomasses de feuilles** produites par l'ensemble des ligneux (arbres et arbustes) sur chacun des sites suivis.

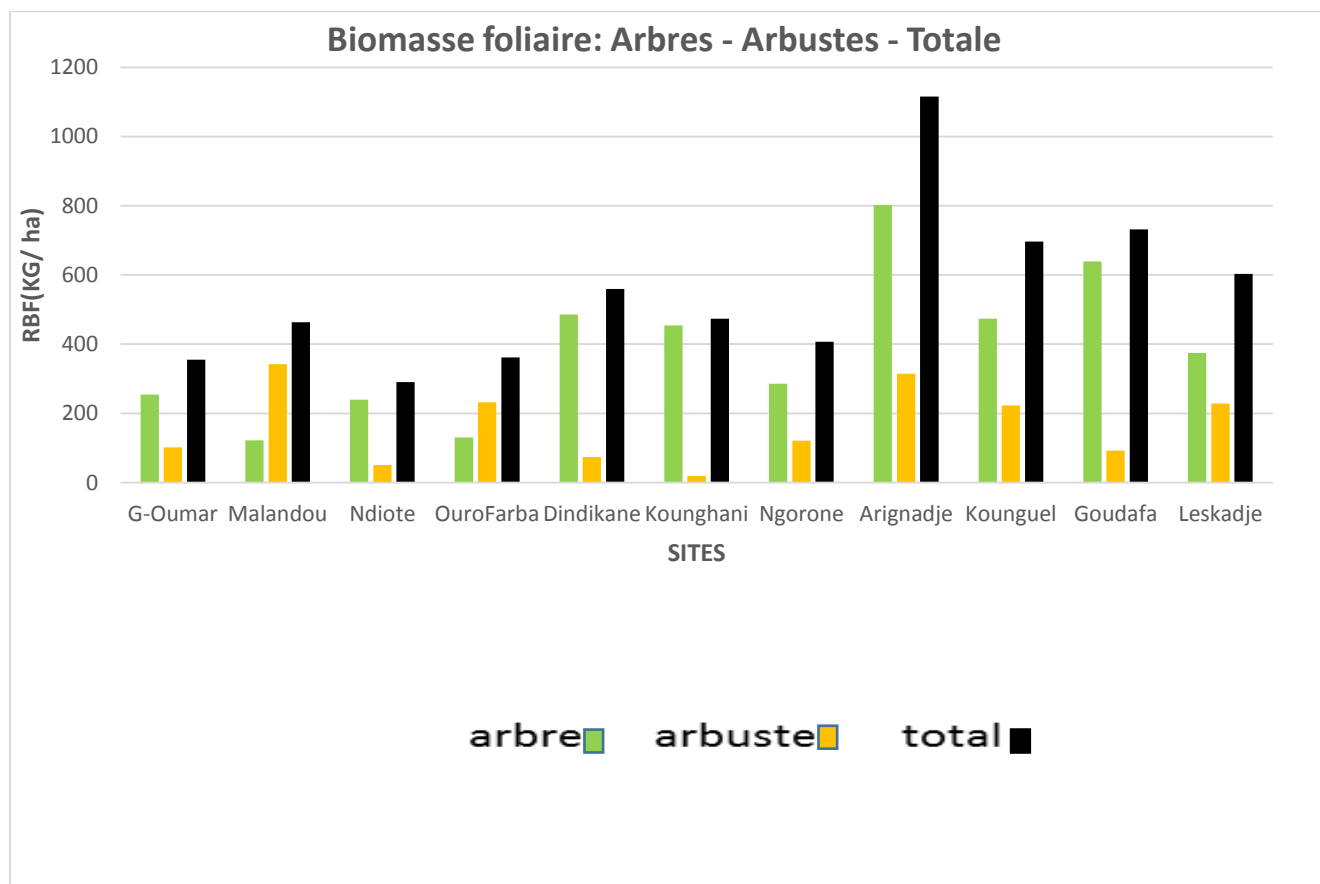


Figure 16 : Production globale de biomasse foliaire par les ligneux (arbres / buissons /total) dans chaque site

4.2.1.4. Contribution des espèces dans la biomasse foliaire des ligneux

La masse foliaire mesurée dans chaque site, a été rapportée aux différentes espèces qui ont significativement contribué dans la masse totale récoltée. Le diagramme 19 qui suit, donne la part de chacune de la vingtaine quatre (21) espèces d'arbres étudiées.

Nos travaux se sont ainsi rapportés au total, à une cinquantaine d'espèces fourragères dont les densités, les couverts et la masse de feuilles ont été étudiés. Ils ont montré que parmi les 11 espèces d'arbres, seuls, *Combretum glutinosum* (12,6%) et *Anogeissus leiocarpus* (3,8%), sont peu appréciés du bétail et encore, ils ne sont pas des refus systématiques.

Nous avons pu établir que l'espèce qui contribue le plus, à savoir, *Pterocarpus lucens* (36,2%) est bien appréciée et globalement, près de 80% de la masse des feuillages recensés, sont potentiellement

fourragers. Malgré tout, l'accessibilité assez difficile, réduit la masse effective des fourrages ingérés, à quelques dizaines de kg/ha et par an.

➤ **Contribution des espèces d'Arbres à la biomasse foliaire produite**

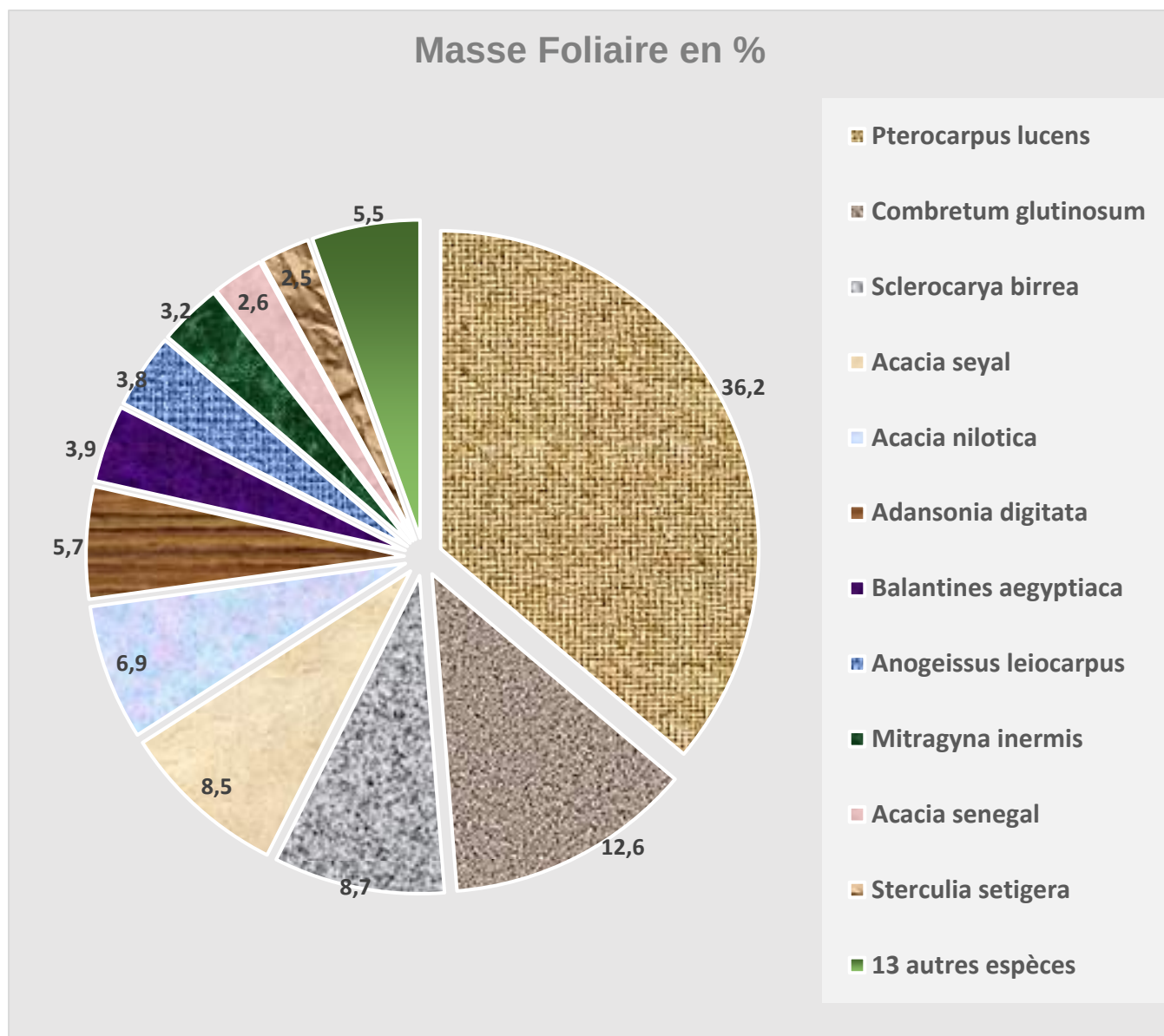


Figure 17 : Moyenne pondérée de contribution des espèces à la biomasse foliaire des sites

➤ **Contribution des arbustes et buissons dans la masse foliaire**

Globalement sur les 11 sites, seuls 40% de la masse de feuillage des buissons sont potentiellement fourragers. Cela représente une centaine (100) de kg/ha et donc, une ressource effectivement utilisée qui peut être estimée à quelques dizaines de kg/ha et par an. (Voir figure 20 ci – après)

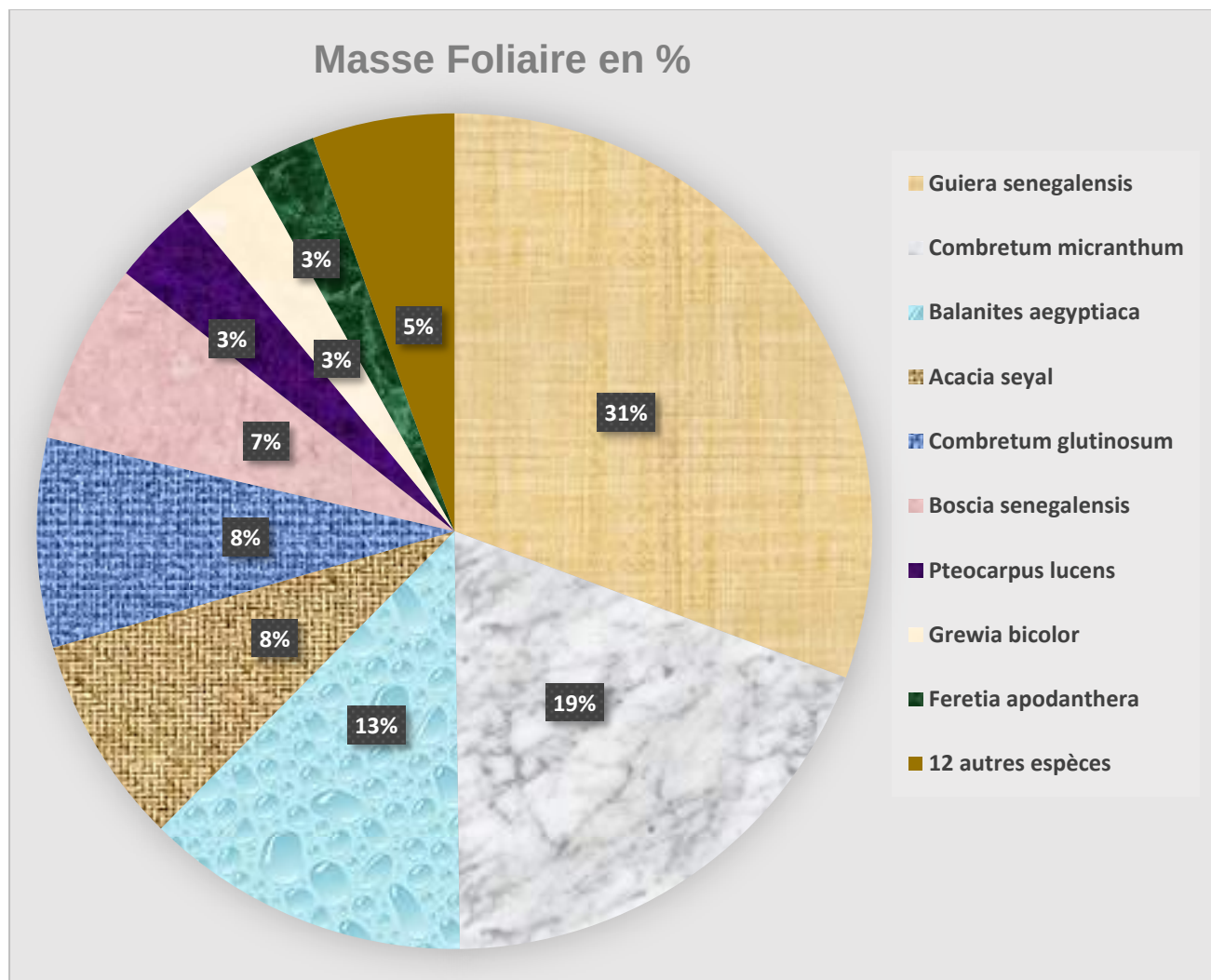


Figure 18: Moyenne pondérée de la contribution des espèces d'arbustes et buissons

Arbres et buissons contribuent donc en moyenne pour cent quatre-vingt-six (186) kg de fourrage par an et par hectare, c'est quantitativement faible mais la contribution du feuillage peut avoir un rôle stratégique et nutritionnel important..

Les résultats enregistrés chez les espèces les plus fourragères (figures 19 & 20) montrent que :

➤ **Concernant les arbres :**

Acacia seyal et *Balanites aegyptiaca* affichent des masses foliaires assez intéressantes avec, respectivement des contributions de 453 et 207 kg /ha/an.

➤ **Pour ce qui est des arbustes et buissons :**

Guiera senegalensis et *Combretum micrantum* ont enregistré respectivement 30,7 % et 19,1% de masse foliaire et contribuent même plus que des arbres comme balanites (12,6%) et *Pterocarpus* (8,1%). L'espèce détermine dans de larges proportions, la phénologie et donc la disponibilité saisonnière de feuillages fourragers. Encore que la saisonnalité soit modifiée par la pratique (coupes, émondages, broutage, feux) et atténuée par la consommation de feuilles et fruits (surtout gousses d'acacia) tombées au sol. La contribution relative des espèces d'arbres et de buissons, varie en fonction de la variable considérée : densité, couvert, surface terrière, masse de bois, masse de feuille. La contribution relative des principales espèces sur l'ensemble des 11 sites, montre que 11 espèces d'arbre et 9 espèces de buisson fournissent plus de 95% de la quantité de feuillage produite.

La composition floristique des buissons diffère de celle des arbres du fait de la domination de la population par deux combrétacées : soit c'est *Guiera senegalensis* qui apparaît de façon majoritaire, ou bien *Combretum micranthum* est dominant. Malheureusement, ces combrétacées qui foisonnent dans les buissons sont peu ou pas appréciées. La photo 6 ci – dessous, donne une vue de la répartition des arbres et arbustes dans la broussaille du site de Gourel Omar.



Photo 6 : Site de Gourel Omar : sols nus avec ligneux: (Photo Hiernaux 2014)

4.2.1.5. Conception d'équations de prédiction

Il s'agit d'étudier les relations qui lient les hauteurs de canopée aux quantités de biomasse foliaire enregistrées. Il en résulte :

➤ **Pour les arbres**

La corrélation hauteur canopée et masse foliaire est relativement convenable et les équations de prédiction qui en résultent sont les suivantes :

- $y = 145,09x - 554,37$ soit,
- **Biomasse Foliaire Produite = B.F.P. = $145,09 \times$ Hauteur canopée - 554,37 ; avec $R^2 = 0,5164$**

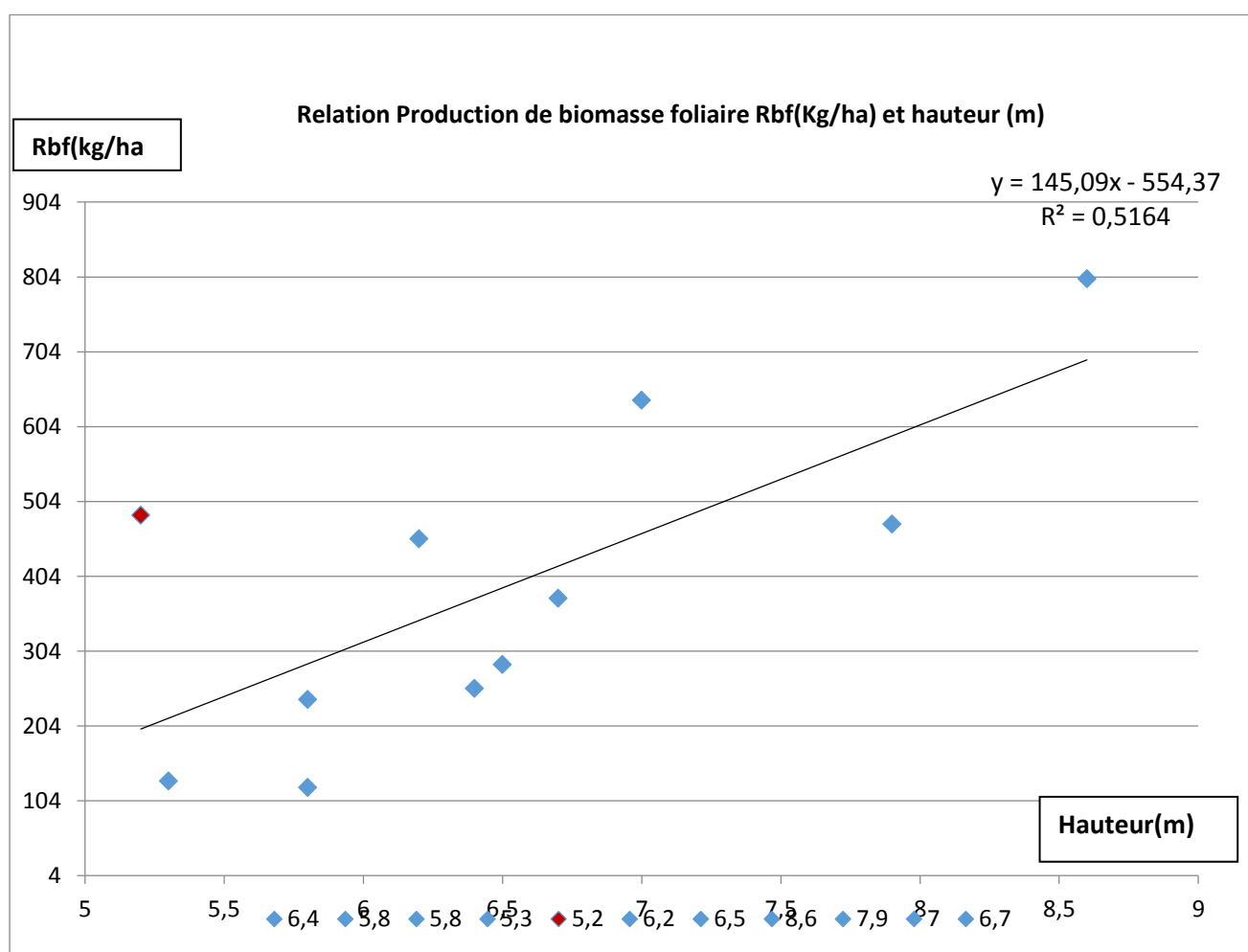


Figure 19: Graphique de la Relation masse de feuilles d'Arbres & hauteur de canopée

Après y avoir apporté les corrections (points extrêmes écartés), l'équation devient :

- $y = 189,99x - 880,18$, équivalant à :
- **Biomasse Foliaire Produite = B.F.P. = $189,99 \times$ Hauteur canopée - 880,18 ; avec $R^2 = 0,7542$**

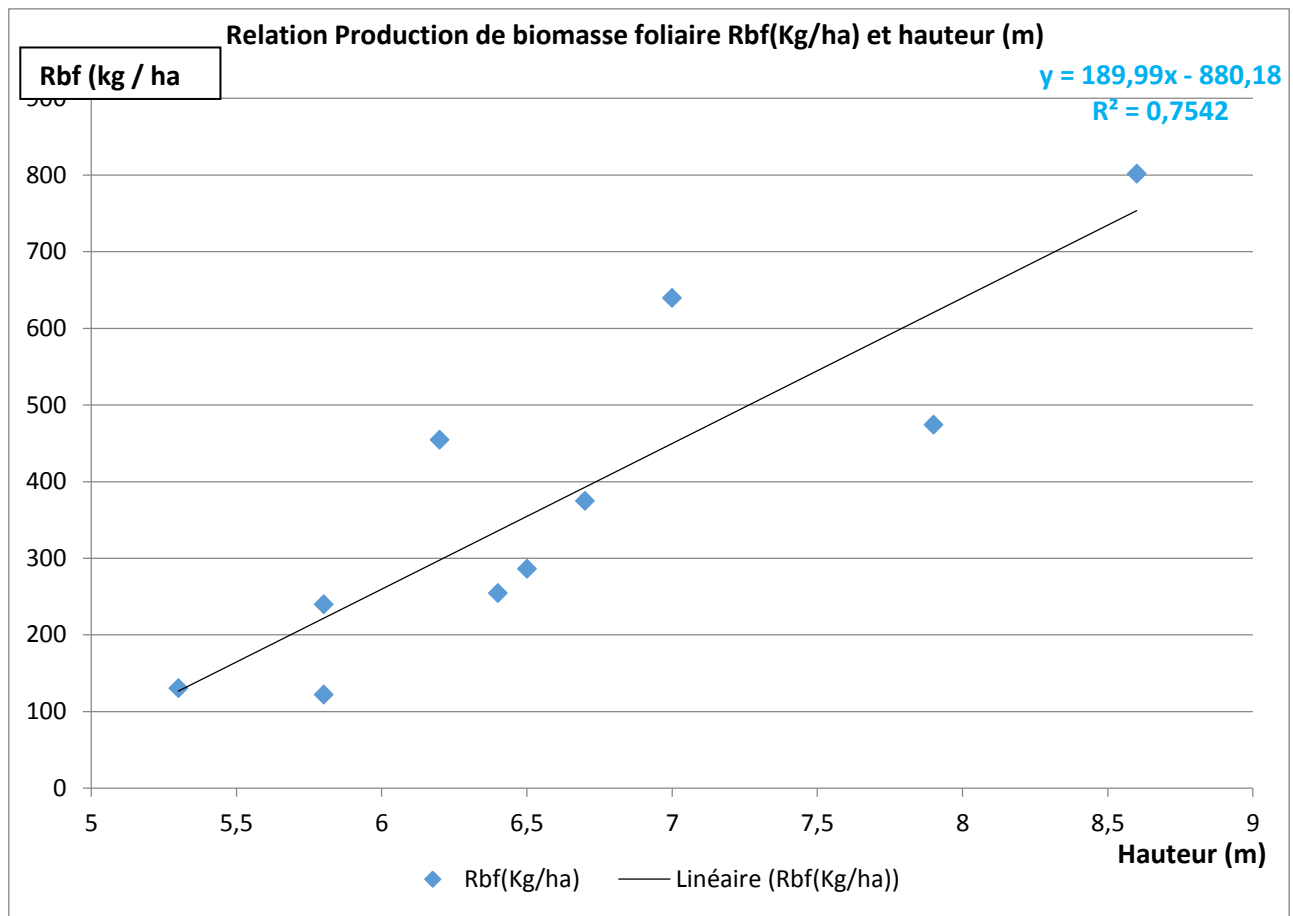


Figure 20 : Graphique de la Relation - masse de feuilles d'Arbres & hauteur de canopée- Corrigée

➤ Les arbustes et buissons

La relation hauteur de canopée et production de masse foliaire a une corrélation peu significative ($R^2 = 0,0374$) et l'équation qui en résulte est la suivante :

- $Y = 0,0006 x + 1,6886$ équivalant à :
- **Biomasse Foliaire Produite (kg) = 0,0006 X hauteur canopée (en m) + 1,6886**, avec $R^2 = 0,0374$

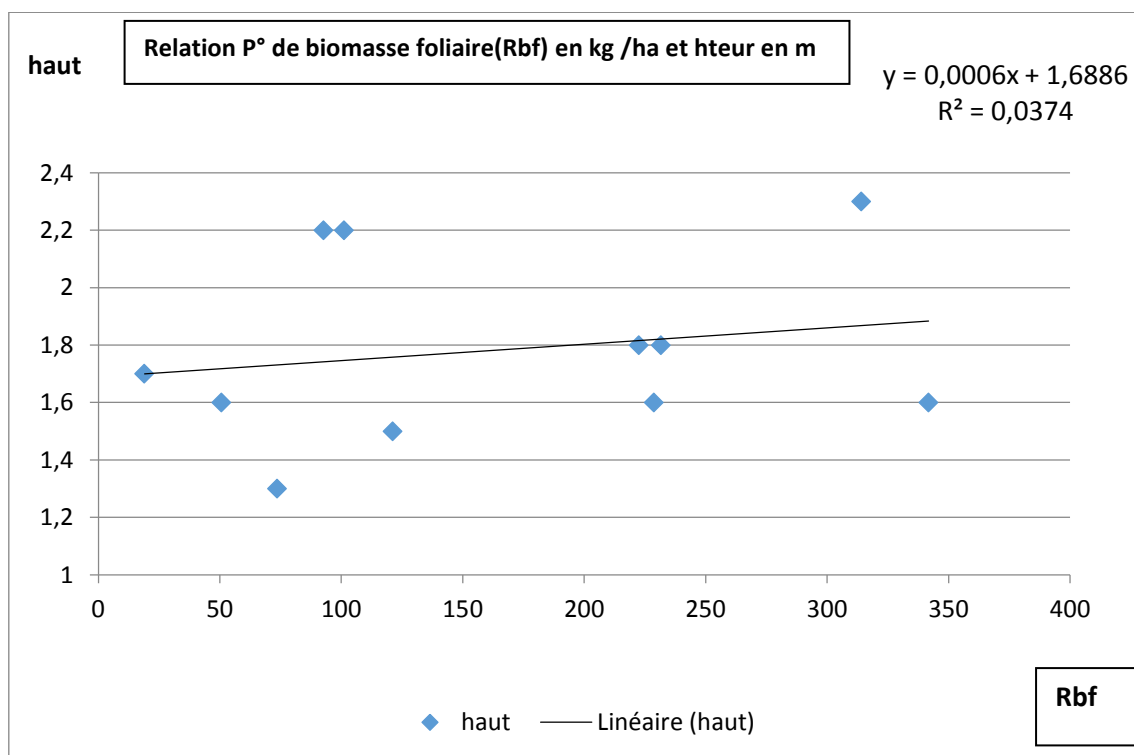


Figure 21 : Graphique de la Relation masse de feuilles d'Arbustes (Rbf) & hauteur de canopée (h)

En définitive, nous pouvons retenir que, autant la corrélation entre Rbf et la hauteur de canopée, est significative avec les arbres : $R^2 = 0,51$, soit 51 % d'estimation sans erreur et même 75%, si on supprime le point s'écartant le plus, autant, il n'existe pas de relation significative pour les arbustes, entre RBF et hauteur, la variabilité observée étant relativement importante.

4.2.2. Etude de la valeur alimentaire des fourrages ligneux

Il est nécessaire de connaître la valeur fourragère par analyse chimique. Le nombre d'espèces a été limité en raison de contraintes liées aux coûts d'analyses. Leur représentativité pour la région concernée, est cependant, bonne si l'on tient compte de l'opinion de l'essentiel des éleveurs

Notre étude a eu recours à des analyses bromatologiques qui ont porté sur les feuillages récoltés sur les principales espèces jugées plus consommées par le bétail de la zone.

Sur la base des résultats d'enquêtes menées par l'équipe de recherche dans la zone d'études, il a été procédé au choix des ligneux, qui ont fait l'objet d'analyses bromatologiques.. Aussi, pour tenir compte d'un certain nombre de contraintes, les cinq (05) espèces les plus appréciées et les plus

utilisées voire, les préférées des éleveurs, ont été ciblées. Il s'agit de : *Faidherbia albida*, *Acacia tortilis* var. *raddiana*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana*.

4.2.2.1. Caractéristiques des espèces de ligneux fourragers étudiés

Les espèces choisies ont donné lieu à une caractérisation qui a permis pour chacune d'elles, à travers un descriptif sommaire, de mieux se faire une idée sur quelques atouts et avantages qu'elles portent

Dans le tableau 14 qui suit, les caractéristiques marquantes qui se rapportent aux cinq espèces prioritairement sélectionnées sont affichées.

Tableau 14: Caractéristiques de 5 espèces de ligneux fourragers
(Source : Résultats issus des enquêtes de terrain)

Espèces étudiées		Caractéristiques
Nom scientifique	Nom commun	
1- <i>Acacia seyal</i> var. <i>fistula</i> (Schweinf.) Oliv.	mimosa épineux ou Soumour (en Wolof)	Petit arbre ou arbuste épineux, haut de 3-10 m Feuillaison : avril - mai Floraison : janvier - mars Fructification : février – avril
2- <i>Acacia tortilis</i> var. <i>raddiana</i> (Forssk.) Hayne	« tchiluki » ou seing (en Wolof)	Petit arbre ou arbuste épineux, haut de 8-15 m Epines droites blanches, longues de 5-8 cm. Floraison : juin Fructification : juillet - août Feuillaison : mai – juin
3- <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	« soumpe » (en Wolof)	Petit arbre ou arbuste, dépassant rarement 10 m. Epines fortes et grandes, longue de 8 cm. Floraison : A partir de novembre Fructification : Presque toute l'année Feuillaison : Les feuilles persistent en général toute l'année.
4- <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	« jujubier » ou Sidème (en Wolof)	La hauteur des jujubiers oscille entre 3 et 16 m. Les branches et les brindilles peuvent avoir ou non des épines. Floraison : octobre - janvier Fructification : octobre - mars Feuillaison : tjrs feuillu sauf cas extrême.
5- <i>Faidherbia albida</i> (Delile) A. Chev.	« kadd » (en Wolof)	Arbre à épineux atteignant 20-30 m de haut. Épines peuvent atteindre jusqu'à 2,5 cm de long. Arbre assez remarquable en savane : il perd ses feuilles pendant la saison des pluies et se couvre de nouvelles feuilles pendant la saison sèche

Les tableaux suivants donnent les résultats des analyses bromatologiques des 5 espèces que sont : *Faidherbia albida* (1), *Acacia tortilis* (2), *Acacia seyal* (3), *Balanites aegyptiaca* (4) et *Ziziphus mauritiana* (5), pour les constituants suivants :

- Matières minérales, calcium, Phosphore
- composants organiques : Matière sèche ; Matière grasse ; Matière azotée totale ; ADF ; NDF ; Cellulose ; Lignine
- Valeurs alimentaires des espèces étudiées : UFF ; UFV ; MAD

4.2.2.2. Détermination de la valeur fourragère des ligneux

4.2.3.2.1.- Analyses chimiques des matières minérales, calcium et Phosphore

Tableau 15: Teneur en matières minérales, ca, ph dans les ligneux étudiés(en % MS)

Espèces	Mat. minérales	Calcium	Phosphore
<i>Faidherbia albida</i>	8,9	0,55	0,11
<i>Acacia tortilis</i>	6	0,63	0,12
<i>Acacia seyal</i>	6,9	0,62	0,19
<i>Balanites aegyptiaca</i>	8,5	0,42	0,17
<i>Ziziphus mauritiana</i>	9,2	0,68	0,13

Les teneurs varient en fonction de l'espèce. La teneur moyenne minimale est observée chez *Acacia tortilis* avec des valeurs par rapport à la MS, de 6 % de matière minérale (MM), tandis que *Ziziphus mauritiana* présente 9,2% de MM qui est la teneur maximale. Les autres espèces telles que *Faidherbia albida*, *Acacia. Seyal* et *Balanitès. aegyptiaca* présentent respectivement des valeurs de 8,9, 6,9 et 8,4 % Matières Minérales (MM)

Les teneurs en calcium et en phosphore ont été étudiées en raison de leur importance en alimentation animale. Elles ont dans l'ensemble des valeurs limites, si l'on se réfère aux besoins minimums des ruminants.

Les teneurs en calcium n'ont pas une grande variation en fonction de l'espèce. De faibles teneurs sont observées chez *Faidherbia albida*,; *Acacia tortilis*; *Acacia seyal*; *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* avec des valeurs respectives de 0,55, 0,63, 0,62, 0,42 et 0,68 % MM.

Pour le phosphore, la teneur moyenne maximale a été notée chez *Acacia seyal* avec 0,19 % MS. Par contre, *Faidherbia albida* a présenté la teneur minimale de 0,11 % MS. Les espèces comme *Acacia tortilis*; *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* présentent des teneurs respectives de 0,12, 0,17 et 0,13 % MS. Les teneurs moyennes trouvées chez toutes les espèces étudiées (entre 0,11 et 0,19 % MS) sont voisines à la teneur minimale tolérée (0,20 % MS) considérée comme le seuil critique nécessaire à l'alimentation des ruminants.

4.2.3.2.2. Teneurs des composants organiques

Tableau 16: Teneurs des composants organiques dans les ligneux étudiées (en % MS)

ESPECES	Matière sèche	Matière grasse	Mat. Azotée totale	ADF	NDF	Cellulose	Lignine
<i>Faidherbia albida</i>	72,09	3,83	13,07	36,61	43,71	20,04	18,14
<i>Acacia tortilis</i>	93,33	0,73	11,31	46,89	52,85	28,8	23,40
<i>Acacia seyal</i>	92,13	1,20	6,16	48,02	59,54	39,9	12,56
<i>Balanites aegyptiaca</i>	87,92	1,60	11,39	46,48	54,55	36,8	12,59
<i>Ziziphus mauritiana</i>	90,4	5,53	9,59	37,94	45,62	20,6	11,51

Les différentes teneurs varient significativement en fonction de l'espèce :

➤ Les teneurs en MAT

La teneur moyenne maximale est observée chez *Faidherbia albida* (13,07 %) et *Acacia seyal* avec 6,16 % de la MS présente la valeur moyenne minimale. *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* ont donné respectivement des teneurs moyennes en protéines de l'ordre de 11,31 ; 11,39 et 9,5 % /kg MS.

➤ Les teneurs en parois totales (NDF)

Les plus faibles teneurs sont notées chez *Faidherbia albida* avec 43,71 % de NDF par rapport à la M.S. *Acacia seyal* (59,54 %) et *Balanites aegyptiaca* (54,54%) et *Acacia tortilis* ont montré des valeurs en NDF beaucoup plus élevées.

➤ Les teneurs en lignocellulose (ADF)

La teneur moyenne la plus faible est observée chez *Faidherbia albida* (36,61% MS), tandis que *Acacia seyal* a présenté la valeur moyenne la plus élevée avec 48,02 % MS. *Acacia tortilis* se révèle être plus riche en lignine (ADL) avec une teneur moyenne de 23,40 % MS, la teneur moyenne la plus faible étant notée chez *Ziziphus mauritiana* (11,51%).

➤ **Les teneurs en cellulose**

Les teneurs en cellulose aussi varient en fonction de l'espèce. La plus forte teneur moyenne est notée chez *Acacia seyal* avec 39,91 % MS, tandis que *Faidherbia albida* présente une valeur moyenne minimale de 20,66% de la MS.

➤ **Les teneurs en matière grasse :**

Elle varie significativement en fonction de l'espèce ligneuse étudiée. Les résultats de nos analyses ont révélé une teneur, par rapport à la MS, de moyenne maximale de 5,53 % MG chez *Ziziphus mauritiana* et une valeur moyenne minimale de 0,73 % MG notée chez *Acacia tortilis*. Les autres espèces telles que *Faidherbia albida*, *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca* sont des valeurs moyenne respectives de 3,83 ; 1,20 et 1,60 % MS.

4.2.3.2.3. Les valeurs fourragères

Tableau 17: Valeurs alimentaires des espèces étudiées

ESPECES	UFL	UFV	MAD (% MS)
<i>Faidherbia albida</i>	0,59	0,48	10,26
<i>Acacia tortilis</i>	0,40	0,25	8,50
<i>Acacia seyal</i>	0,56	0,46	3,35
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,58	0,47	8,58
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0,76	0,71	6,78

Parmi les cinq espèces étudiées, nos constats sont les suivants :

- *Ziziphus mauritiana* a présenté la plus haute valeur alimentaire avec 0,76 UFL/kg MS, 0,71 UFV/kg MS et 67,8 g MAD /kg MS. Par contre,

- *Acacia tortilis* a montré la valeur alimentaire la plus faible avec 0,40 UFL/kg MS, 0,25 UFV/kg MS et 85,0 g MAD/kg MS.
- *Faidherbia albida*, *Acacia seyal* et *Balanites. aegyptiaca* ont donné respectivement : 0,59 ; 0,56 et 0,58 UFL/kg MS, 0,48 ; 0,46 et 0,47 UFV/kg MS et 102,6 ; 33,5 et 85,8 g MAD/kg MS.

On le voit bien, les valeurs fourragères aussi bien énergétiques qu'azotées, affichées par 4 espèces sur 5 sont plus intéressantes que celles d'un parcours herbacé à son meilleur niveau.

4.2.3. Capacité de charge des parcours de la HVFS

Les calculs pour obtenir la capacité de charge estimée de la zone, s'appuie sur le tableau 18 ci – dessous, qui donne les effectifs du cheptel y résidant, convertis en UBT.

Tableau 18: Effectifs cheptel estimés dans les 2 zones

Espèces Animales Désignat°	BOVINS	OVINS	Caprins	EQUINS	ASINS	CAM	Superf. (en km²)	TOTAUX (UBT)
ZONE NORD	193384	557882	262060	27 711	29 652	223	29.616	316023,52
ZONE SUD	644921	1069342	1017708	18 950	38019	-----	59.706	851776,35
TOTAUX	838305	1627224	1279768	46661	67671	223	89.322	-----
Taux conv	0,75	0,16	0,16	1	0,4	1	-----	-----
EQU.UBT	628728,75	260355,84	204762,88	46661	27068,4	223	-----	1.167.799,9
Pourcent.	53,84%	22,30%	17,53%	3,99%	2,32%	0,02%	-----	100%

Source : ANSD, MEPA

- **CAM.** : Camelins
- **Ranérrou F.** : Ranérrou Ferlo
- **Total Eff.** : Effectif total
- **Taux conv.** : Taux de conversion
- **EQ. UBT** : Equivalent UBT

Tenant compte des conditions d'élevage qui prévalent en zones sahélienne et soudanienne où les parcours herbacés constituent la base de l'alimentation du cheptel, nous raisonnerons la charge pastorale sur la base d'une utilisation en continu pendant toute l'année correspondant à 12 mois, soit, 365 jours. Toutefois, en considérant que pendant toute la saison des pluies, la repousse est continue, il peut donc, être logiquement admis, que la production de biomasse herbagère évaluée durant la

saison sèche n'est consommée par le bétail, que pendant cette période qui dure 8 mois, soit environ 240 jours.

Le calcul de la capacité de charge de notre zone d'études, peut ainsi être déterminée en admettant que la consommation totale de fourrage par UBT durant la saison sèche, est évaluée à : 6,25 kg MS/UBT/jour X 240 j = 1500 kg de MS.

La Production moyenne de biomasse sur l'ensemble de la zone (HVFS) est estimée à :

La moyenne de Production en Zone nord est de 1111 kg MS/ha et la moyenne de production pour la partie sud, de 1063 kg de MS/ha. La moyenne de production pour la zone peut ainsi être calculée ainsi qu'il suit : $P = \left(\frac{1111 + 1063}{2} \right) = 1087 \text{ kg MS/ha}$

Calcul de la capacité de charge (cc) : En prenant en compte la chute de productivité due au broutage, les pertes par piétinement, les refus indispensables, les effets de l'érosion éolienne et pluviale, les autres effets particuliers aux différents milieux (soudanien et /ou sahélien), la part de biomasse consommable, peut varier du $\frac{1}{3}$ au $\frac{1}{4}$ de la production globale des parcours naturels (Bellefontaine et al ; 1997) ou bien de 30 à 50% selon Grouzis (1984), Nous raisonnons donc le calcul sur la base de 2 hypothèse qui tiennent compte du taux de consommation de la biomasse globale dans chaque zone.

➤ **Hypothèse 1 : $\frac{1}{3}$ de la biomasse produite est consommable, soit:**

La Production biomasse Accessible (Consommable) : $= \frac{1}{3} \times 1087 = 362 \text{ kg MS / ha,}$

La Capacité de charge est donc de :

- $\frac{362}{1500} = 0,24 \text{ UBT/ha ou}$
- $\frac{1500}{362} = 4,14 \text{ ha /UBT}$

Il faut donc approximativement 4 ha de parcours naturels dans l'UP, pour nourrir correctement 1 UBT pendant une année.

La Capacité de Charge peut aussi être traduite en nombre de jours de pâture/ha/UBT), soit, $362 / 6,25 = 58 \text{ journées / ha / UBT.}$ En d'autres termes, 1 ha de pâturage naturel dans cette zone, peut supporter 1 UBT en alimentation pendant 57 jours de pâture.

➤ **Hypothèse 2 : Avec $\frac{1}{4}$ de la production est consommable :**

La production de biomasse Accessible (Consommable) est de : $\frac{1}{4} \times 1087 = 272 \text{ kg MS / ha}$

La CC peut être ainsi estimée à :

- $\frac{272}{1500} = 0,18 \text{ UBT/ha ou}$

$$\text{➤ } \frac{1500}{272} = 5,51 \text{ /ha /UBT}$$

Ce type de parcours permettrait, sur 1 ha, de faire pâturer 1 UBT pendant 44 jours ($265/6,25 = 43,52$)

En résumé, il conviendrait de retenir qu'en fonction de la qualité des pâturages (composition floristique, taux de couverture, accessibilité), la capacité de charge de notre zone d'études varie entre 0,18 et 0,24 UBT/ha équivalant respectivement, à des charges de 4 et 6 ha /UBT.

Tenant compte des 2 zones en présence, il pourrait être consenti, que la Capacité de Charge se situerait autour de 6 ha /UBT dans la zone nord de la HVFS (incarné par l'UP de Malandou), dont la part de biomasse consommable peut être estimée à 1/4. Pour ce qui est de la zone sud de la HVFS, nous pouvons, avec Grouzis (1984), admettre une charge de 4 ha/UBT, compte tenu des disponibilités en fourrages sur les parcours tout au long de l'année (1/3 des fourrages accessible).

4.3. DISCUSSION

4.3.1. Parcours herbacés

4.3.1.1.- Appréciation de la production de biomasse

Les résultats obtenus montrent un comportement plus ou moins similaire des profils interannuels de l'indice de végétation et de la pluviométrie avec une séparation nette des trois phénorégions disposées dans le sens nord-sud pour l'ensemble des deux paramètres (pluviométrie et biomasse produite). Cette analyse admise par le Centre de Suivi Ecologique (CSE), a permis de catégoriser ladite zone, en classe 2, correspondant à une productivité de biomasse « Faible à moyenne (500 à 1.500 kg MS/ha) ».

A l'instar des pâturages sahéliens, les parcours de cette partie de la HVFS, sont caractérisés par une steppe arbustive avec un tapis herbacé constitué en majeure partie de graminées annuelles. Il est admis, avec Courel, Cuq et Tounsi (1988), que la production primaire en fin de saison des pluies y représente la presque totalité du stock fourrager disponible tout au long de la saison sèche.

Par contre, selon Boudet (1989, le stock fourrager constitué en fin de période de croissance s'amointrit au cours de la saison sèche du fait du transport par le vent et de la consommation des différents phytophages. Même sans l'intervention des herbivores domestiques, la phytomasse herbacée diminue de moitié en 6 mois. On retiendra toujours avec le même auteur, (Boudet), que la production estimée des parcours n'est pas automatiquement un bon indicateur de leur état évolutif. La composition botanique des parcours, par contre, reflète un état d'équilibre ou de déséquilibre avec les pluies, la fertilité des sols et l'intensité du pacage. Dans le même ordre d'idées, Akpo" et al (2000)

soulignent que dans les parcours sahéliens du Nord-Sénégal, la strate herbacée présente sous la forme d'un tapis plus ou moins continu pouvant atteindre 50 cm à 1 m de hauteur, est dominée par des espèces annuelles, notamment des graminées, généralement à feuilles basilaires, à limbes étroits et pliés ou enroulés (*Schoenefeldia gracilis*, *Aristida sp*, *Cenchrus sp*, *Chloris sp* ...).

Dans les parcours, la diversité spécifique des différentes catégories fourragères, a été assez variable : Les espèces présentes à certaines périodes de l'année, surtout en mi et fin saison sèche, sont le plus souvent celles qui ne sont pas consommées (Akpo et al, 2002. En année à bonne pluviosité, la production d'une espèce résiduelle comme *Cenchrus biflorus* peut demeurer élevée sur un parcours surexploité alors qu'en année normale, le surpâturage se traduit par l'élimination des bonnes espèces fourragères, surtout des vivaces,

4.3.1.2.- Pluviométrie et production herbacée

L'exploitation statistique des données recueillies dans la zone, a permis de mettre en évidence la relation entre pluviométrie et production de biomasse herbacée. Au gradient pluviométrique qui augmente du nord au sud est lié un gradient d'accroissement quantitatif de la production fourragère, dont les espèces herbacées qui concourent à l'accroissement de la biomasse, prolifèrent ou régressent d'une unité de végétation à l'autre. D'autres études menées dans différentes zones du Sahel Sénégalais identiques ou proches de l'UP de Malandou, ont montré que les herbacées ont des cycles végétatifs courts, adaptés à la courte saison pluvieuse et sont photosensibles (Gillet H 1967). Quel que soit le régime des pluies de l'année, la majorité des graminées, voient leur floraison déclenchée entre fin août et début septembre. Les mêmes études ont révélé que la production de biomasse sèche dans la zone, a varié de 1280 kg de MS à l'hectare, au niveau de l'U.P de Tiel, à 837 kg de MS/ha à Tessékrou (PRODAM, 2000) et de 1083 kg de MS à l'hectare dans l'UP de Loumbol Samba Abdoul (Ndiaye, 2008), toutes ces UP étant limitrophes de l'UP de Malandou. Ces résultats confirment ceux obtenus à Malandou.

4.3.1.3.- De la conception de modèles de prédiction

Les trois équations de prévision de la quantité de fourrage attendue au terme de la campagne de saison de pluie après avoir eu connaissance des quantités de pluies tombées sont les suivantes :

1. B.H.P. = $2,52 * P$;
2. B.H.P. = $4,285 * P^{0,8979}$ ($R^2 = 0,2402$) et
3. B.H.P. = $0,0067. P^2 + 8,7615. P - 1332,8$ ($R^2 = 0,2535$)

La première équation ($B.H.P. = 2,52 * P$) de type simplifié, s'est révélée, à l'évaluation, être d'une certaine fiabilité. Des chercheurs qui partagent nos préoccupations, ont pu trouver des modèles basés sur la mise au point d'une relation simplifiée en confirmant le bien-fondé de cette corrélation tout en précisant que là où la pluviosité était limitante pour la biomasse (< 500 mm), il s'établissait un rapport direct entre pluviométrie et productivité des pâturages (BREMAN et KRUL 1982). Nos équations sont également la caution des Pastoralistes du Sahel, qui, à l'unanimité, reconnaissent la forte dépendance de la biomasse produite à la pluviométrie. Ils font noter, en particulier que : « **L'eau devient le premier facteur limitant la productivité des pâturages, au niveau de l'isohyète 400 mm**, tandis qu'à des pluviosités supérieures, c'est la qualité des sols qui devient la contrainte majeure » (PPS 2009). Le fait que 88% des années étudiées (15 ans sur les 17 suivis), affichent des résultats de productivité correspondant aux « classe 2 » (500 à 1.500 kg MS/ha) et « classe 3 » (> 1500 kg MS/ha), avec des pluviométries ne dépassant pas 400 mm, (tableau N° 16), valide de fait, nos deux équations proposées. Il s'y ajoute, que l'étude de Pearson (1895) sur les rapports entre la production de biomasse et la pluviométrie, montre une corrélation hautement positive (0,8998). Partant, il peut être valablement admis, que le cumul pluviométrique annuel est manifestement en relation positive avec la production de biomasse herbacée. Boudet (1977) a trouvé, pour des pâturages soudano – sahéliens des productions de biomasse de 3 T MS/ha à dominance de graminées annuelles, avec une pluviosité annuelle variant entre 400 et 800 mm. En effet, la variabilité des précipitations affecte de manière significative, la quantité et la qualité de la biomasse herbacée (Grouzis et Sicot ; 1980, Barral et al, 1983 ; Boudet, 1985). Tant que l'eau est le facteur limitant principal (pluviométrie < 450 mm), il y a une étroite corrélation entre l'eau infiltrée et la biomasse herbacée (Boudet, 1984).

En s'inscrivant dans la même logique, la production de biomasse est mise en relation avec la pluviométrie, pour aboutir à toutes les déductions possibles et rechercher des moyens de prédiction de la quantité de biomasse produite dans cette partie de la zone sahélienne

Selon les travaux de J. César (1991) la production de repousses est fonction de la pluviosité reçue pendant la période de croissance. La production maximale n'est pas obtenue pour le maximum de précipitations, mais pour une précipitation bien inférieure, ce qui met en évidence un effet dépressif des fortes pluies.

Pour ce qui est des résultats concernant la production globale de phytomasse herbacée par mm de pluie incident (voir tableau 11), affiche une moyenne de production à l'hectare de 2,52 kg MS, par millimètre (mm) de pluie tombée, Ce résultat est tout à fait comparable à ceux obtenus par d'autres

auteurs qui ont travaillé dans la même zone sahélienne et qui sont présentés dans le tableau 19 suivant :

Tableau 19: Production herbagère (en kg MS/ha) par rapport à la pluviométrie (en mm)

Auteurs	RESULTATS Kg MS ha ⁻¹ .mm ⁻¹	MOYENNE NORD HVFS	ECARTS (kg MS ha ⁻¹ . mm ⁻¹)
Grouzis (1989)	2,20	2,52 kg MS ha ⁻¹ .mm ⁻¹	+ 0,32
Diarra, Breman (1975),	2,40		+ 0,12
Le Houerou et Hoste (1977)	2,58		- 0,06
Cornet (1981)	3,30		- 0,78
Breman et al. (1 975)	2,60		- 0,08
Bille (1975 et 1977 b)	3 ,0		-0,48
Grouzis et Sicot (1981).	2,16		+ 0,36

Ces valeurs trouvées dans le cadre de travaux d'autres chercheurs à des périodes différentes, révèlent plusieurs constats :

- les quantités de biomasse produites par mm de pluie, varient de 2, 16 à 3,30 kg MS ha⁻¹.mm⁻¹ ; soit, des écarts à la moyenne, tirée de nos études variant seulement de $- 0,78$ à $+ 0,36$ kg MS ha⁻¹. mm⁻¹
- la moyenne calculée à partir des résultats disponibles est de 2,52 kg MS ha⁻¹.mm⁻¹ donc sensiblement égale aux résultats de Breman & al (2,60 en 1975) ; Le Houerou et Hoste (2,58 en 1977) et Diarra, Breman (2,40 en 1975),
- les recherches qui ont été menées dans la même année, ont eu des résultats, soit différents, soit identiques, notamment :
 - Pour l'année 1981 : Grouzis et Sicot ainsi que Cornet ont trouvé respectivement : 2,16 et 3,30 kg MS ha⁻¹. mm⁻¹ ; Par contre ;
 - En 1975, Breman & al, tout comme Diarra, ont eu des résultats assez proches (2,40 et 2,60 kg MS ha⁻¹. mm⁻¹).

Ces résultats semblent être bien en phase avec ceux issus de nos travaux. Aussi, en convenant avec Grouzis (1981), « qu'en zone semi-aride, la production végétale et donc, les potentialités pastorales, sont

étroitement liées à la variabilité des précipitations », nous pouvons considérer le facteur pluie comme le plus important dans la production de biomasse herbacée.

C'est à ce titre et en nous basant sur les conclusions des auteurs ci – dessus cités, qu'il nous apparaît possible de procéder à l'estimation du potentiel de production herbagère, en appliquant la formule tirée des résultats ci – avant,

Naturellement, pour tenir compte des limites et autres incertitudes liées à la relation directe proposée, il appert que la fiabilité attendue, s'accommode d'une application à des échelles bien maîtrisées, c'est-à-dire des zones bien circonscrites à l'instar de l'Unité Pastorale ciblée. L'application de cette relation devrait permettre, pour l'essentiel, de disposer dès la sortie de l'hivernage, des éléments indicatifs sur la situation qui prévaut dans la plupart des pâturages de la zone et par ricochet, d'avoir une idée sur la capacité de charge estimée, en conditions normales.

Les deux (2) autres équations s'écrivent :

1. B.H.P. = $4,285 * P^{0,8979}$ ($R^2 = 0,2402$) et
2. B.H.P. = $0,0067. P^2 + 8,7615. P - 1332,8$, ($R^2 = 0,2535$).

Elles affichent des coefficients de corrélation très peu significatifs, ne permettant pas d'y donner suite. En effet, certains auteurs ont trouvé que la relation entre la quantité de pluie et la production d'herbe, serait plutôt complexe. Toutain et Lhoste (1978) démontraient déjà, l'existence d'une corrélation mais s'étaient limités à constater que la relation n'était pas simple. Dans le même ordre d'idées, plusieurs études ont mis l'accent sur la complexité de cette relation en estimant que les facteurs biotiques sont plus déterminants que les facteurs abiotiques dans la variation de la biomasse herbacée (Hutchinson 1996 ; Keya 1998) ; C'est aussi le cas du « Projet de Productivité des pâturages sahéliens ». (P.P.S ; 2009), qui avait déjà fourni des formules d'estimation assez complexes, qui tiennent compte (i) de la pluviosité par décennie, (ii) du bilan hydrique, (iii) de la disponibilité d'azote et (iv) de phosphore des sols, etc. Dans le même temps, il a été prouvé que les processus naturels tels que le climat, la pluviosité et la nature du substrat édaphique, jouent un rôle déterminant dans le fonctionnement et la dynamique des systèmes écologiques (Lepart 1997 ; Marage, 2004) et que la variation de la biomasse suivant la topographie, est surtout liée aux caractéristiques physico-chimiques et à la disponibilité en eau des sols (Sinsin et al. 1989 ; Agonyissa et Sinsin 1998 ; Houinato et al. 2003 ; Cardinale et al. 2004 ; Orthmann I., Toko et Sinsin b. 2005 ; Toko et Sinsin 2008). Cette thèse a été confortée par Ellis et Swift (1988) ; Lejoly et Sinsin, (1993) ; Houinato et al (2003) ; Sawadogo et al. 2005), qui affirment que la disponibilité en eau des sols, dépend non seulement de la quantité de pluie mais surtout de sa bonne répartition, ce qui influence de facto, la variation de la biomasse herbacée.

Dans le rapport final du CSE sur la production de biomasse au Ferlo, il a été noté, que l'année 1984, bien qu'elle ait été plus pluvieuse que 1983, aura produit moins de biomasse herbacée, du fait d'une mauvaise distribution des pluies. Aussi, entre les années 1986 et 1987, ce même phénomène a pu être observé, non sans y préciser que les différences induites par les écarts entre ces années, ne sont pas significatives.

Par contre, certains chercheurs mettent l'accent sur une relation multifactorielle, intégrant la pluviométrie, pour estimer la quantité de biomasse, ce que confirme Grouzis (1989) qui a aussi montré que la production de la strate herbacée est significativement liée aux précipitations efficaces par une relation du type : $y = ax + b$, autrement dit ; $Y = a * Pe + b$.

Les équations qui en résultent sont les suivantes :

- $Y = 0,40 * Pe - 34,6$, si on considère le coefficient de ruissellement réel et,
- $Y = 0,36 * Pe - 14,2$, si le coefficient hydrologique conventionnel est utilisé

Dans cette relation :

- ✓ Y exprime la quantité de biomasse produite en g MS/ m² et,
- ✓ Pe , représente la quantité de pluies efficace, en mm d'eau infiltrée.

La fiabilité de ces résultats ne nous apparaît bien fondée, que dans des situations bien particulières. Si l'on admet, avec les Pastoralistes Sahéliens (PPS), que « l'eau est le premier facteur limitant de la production herbacée, lorsque la pluviométrie annuelle ne dépasse pas 400 mm » et il faut aussi y ajouter, une autre condition, en se référant à Ellis et Swift (1988) ; Lejoly et Sinsin, (1993) ; Houinato et al (2003); Sawadogo et al. 2005), qui affirment que non seulement, la quantité de pluie mais aussi et surtout, sa bonne répartition sont nécessaires pour espérer une relation peu près convenable.

4.3.2. Les ligneux fourragers

4.3.2.1.- Production des ligneux fourragers

En saison sèche, les animaux profitent des feuilles tombées, des feuilles vertes, des pulpes de fruits, des gousses... provenant des arbres, arbustes et buissons. Les ligneux fourragers jouent un rôle très appréciable dans l'alimentation des animaux. Akpo et al (2000) ont trouvé qu'en zone sahélienne, la végétation est une steppe arbustive plus ou moins lâche, composée d'arbres épineux, d'arbustes et le taux de couverture de la végétation ligneuse est de 30%, donc, faible. La contribution relative des espèces d'arbres et de buissons varie en fonction des variables considérées qui sont les suivantes : densité, couvert, surface terrière, masse de bois et masse de feuilles. La contribution relative des principales espèces sur l'ensemble des 11 sites montre que 11 espèces d'arbre et 9 espèces de

buisson constituent plus de 95% de la masse de feuillage. Dans le cas de notre étude, la densité, la hauteur de canopée et la masse foliaire, sont les paramètres qui ont servi à l'appréciation des ligneux inventoriés dans les sites suivis

Il est apparu que, sur 100 kg /ha /an produits, par les ligneux fourragers, la ressource effectivement utilisée par les animaux, équivaut seulement, à quelques dizaines de kg/ha /an (Hiernaux 2014). Ces résultats indiquent que la part de la production fourragère des espèces ligneuses qui est effectivement consommée par le bétail, reste faible dans les deux zones. Breman et De Ridder (1991) et Breman et Kessler (1995) confirment cette tendance en estimant qu'au Sahel, seulement vingt-cinq pour cent (25%) de la production de feuilles et rameaux sont effectivement consommés, contre quinze pour cent (15%) en zone soudanienne. En d'autres termes, c'est respectivement dix à cinquante (10 à 50) kilogrammes de matière sèche par hectare et quarante (40) kilogrammes de matière sèche par hectare. Ces auteurs indiquent par ailleurs que les feuilles vertes encore portées par les ligneux en saison sèche — principale période de consommation par les ruminants domestiques — ne représentent que vingt-cinq pour cent (25%) de la production annuelle au Sahel ; ces quantités décroissent en allant vers le sud pour atteindre cinq pour cent (5%) en zone soudanienne. En fin de saison sèche, les quantités disponibles avoisineraient vingt (20) kilogrammes par hectare au Sahel et soixante-dix (70) kilogrammes par hectare en zone soudanienne, dans les milieux non touchés par le feu.

De façon plus spécifique, on remarque que sur les 11 sites d'études, le total de la masse de feuilles d'arbres utilisables engrangées est de 5.307 kg/ha et s'agissant des buissons, ce total de la masse de feuilles produites est estimé à 1797 kg / ha.

La masse totale de feuilles produite sur l'étendue de la zone d'études, tous ligneux confondus, a été évaluée à 10.461 kg /ha, soit, environ 10,5 Tonnes/ha /an, ce qui apparaît relativement important pour contribuer à l'alimentation du bétail, surtout, en saison sèche. D'après les recensements effectués, les arbres et buissons contribuent, en moyenne, pour 100 à 200 kg de fourrage par an et par hectare, ce qui, quantitativement, apparaît faible mais aux plans stratégique et nutritionnel, ces apports peuvent jouer un rôle important dans l'affouragement des animaux en période de soudure. Cela se perçoit bien, si l'on sait que d'après Presland (1975), le poids des feuilles par arbre varie de 3 à 5 kg, selon la densité (40 à 640 arbres/ha) alors que le poids par ha varie de 200 à 1900 kg/ha respectivement. Il rapporte par ailleurs, qu'un grand arbre pouvait porter 14 kg de feuilles mais ceci se produit dans une situation de faible densité. D'autres études ont aussi montré que la quantité de feuilles dans une situation d'espèces mixtes (forêt claire, semi – aride à *Eucalyptus populnea*) a été évaluée à 300 kg /ha dont seulement 290 kg étaient appréciés par les ovins (Harrington 1979)

On notera aussi que les enquêtes menées auprès des éleveurs, ont révélé que les parcours pastoraux sont également caractérisés par endroits, par des espèces végétales considérées comme toxiques. Quelques ligneux et herbacées ont été identifiés comme présentant une toxicité plus ou moins grave pour le bétail. C'est le cas de l'arbre appelé « samba sindi » en pular ou *Cassia sieberiana* (pêches toxiques). Nous comptons ultérieurement effectuer des prélèvements pour approfondir et préciser certains de ces aspects.

4.3.2.2.- Les relations Biomasse foliaire et hauteur de canopée

Les données de hauteurs de canopées ont été croisées avec les données de biomasse foliaire et traitées avec le logiciel SAS System. Il en résulte des corrélations, acceptable lorsqu'il s'agit des arbres et peu significative pour les arbustes et buissons.

➤ Concernant les arbres

La corrélation hauteur canopée et masse foliaire calculée, est de ; $R^2 = 0,5164$. Elle est donc, assez limite du point de vue de sa fiabilité. L'équation de prédiction qui en résulte est la suivante :

- $y = 145,09x - 554,37$ soit,
- **Biomasse Foliaire Produite = B.F.P. = $145,09 \times \text{Hauteur canopée} - 554,37$ avec $R^2 = 0,5164$**

En comparant toutes les données qui ont servi au calcul, il nous paraît possible de recourir à « la correction pour l'atténuation qui est une procédure statistique, due à Spearman (1904), pour «éliminer en faveur d'un coefficient de corrélation, l'effet d'affaiblissement de l'erreur de mesure» (Jensen, 1998). En écartant un couple de données qui, par rapport aux autres, apparaît comme une erreur humaine (relevé) ou se rapportant à une espèce d'exception, la corrélation s'améliorerait nettement, passant de 51 % à 75% (Voir figures 21, P. 111 et 22, P.112.). L'équation pourrait donc s'écrire ainsi :

- $y = 189,99x - 880,18$, équivalant à :
- **Biomasse Foliaire Produite (en kg) = B.F.P. = $189,99 \times \text{Hauteur canopée} - 880,18$; avec $R^2 = 0,7542$.**

Dans une telle hypothèse, cette équation pourrait bien servir pour la prédiction de la biomasse foliaire produite en fonction de la hauteur de canopée mesurée.

➤ Pour ce qui est des arbustes et buissons

La relation hauteur de canopée et production de biomasse foliaire a une corrélation peu significative de $R^2 = 0,0374$ et l'équation qui en résulte est la suivante : $Y = 0,0006 X + 1,6886$

Cette relation se comprend aisément quand on sait que les arbustes et buissons ont des hauteurs toujours très limitées (< 4 m), alliées à des conformations les plus disparates. Il est fréquent de rencontrer des buissons de petites tailles mais très étalées en largeur développant ainsi une importante masse foliaire. Dans le même temps, certains arbustes de petite taille se trouvent si effilés que leur production de feuillage reste toujours très faible.

Aussi, la corrélation entre hauteur de canopée et biomasse foliaire est si insignifiante que la part d'erreur très importante ($\approx 96\%$), décommande toute idée de prédiction de la masse de feuilles à partir de la hauteur de canopée des arbustes et buissons.

En définitive, nous pouvons retenir que, autant la corrélation entre Rbf et la hauteur de canopée, est significative avec les arbres : $R^2 = 0,51$, soit 51 % d'estimation sans erreur et même 75%, si on supprime le point s'écartant le plus (en rouge Graphe précédent), autant, il n'existe pas de relation significative pour les arbustes, entre RBF et hauteur, la variabilité observés étant relativement élevée.

4.3.3. Valeur alimentaire des ligneux fourragers

L'étude du comportement alimentaire des bovins, ovins et caprins sur les pâturages a indiqué que le rythme des activités varie d'une période de l'année à l'autre. Des enquêtes sur l'utilisation des ligneux fourragers ont révélé qu'une trentaine de ligneux fourragers entrent dans l'affouragement des ruminants. Les résultats des analyses bromatologiques effectuées, se sont révélés satisfaisants, traduisant ainsi des valeurs nutritives, jugées généralement convenables chez les ligneux. Les feuilles de baobab sont par exemple, un excellent fourrage qui peut titrer jusqu'à 1 UF et 110 grs MAD /Kg de MS. Les pulpes et les gousses de certaines espèces (*Acacia tortilis*, *Faidherbia albida*) sont aussi jugées très riches. Ceci a été confirmé par Le Houérou (1980), qui a fait remarquer qu'en Afrique de l'ouest, les ligneux fourragers sont riches en minéraux, exempts de silice et renferment des quantités suffisantes de Phosphore (0,15%) et de Magnésium (0,6 %) ; beaucoup de Calcium (1,6 %) et de Potassium (1,5%). Aussi, ajoute-il, que les ligneux fourragers sont généralement riches en vitamines. Leur composition chimique est caractérisée par une importante concentration en matières azotées totales qui peut atteindre 35 % (Rivière, 1978; Kearn, 1982). En zone sahélienne, elles représentent sans aucun doute la principale source d'azote pour les ruminants domestiques en saison sèche. La teneur en parois totales peut varier de 25 à plus de 70 % MS. La plupart des espèces existantes en zone sahélienne sont déficientes en phosphore, mais peuvent être des sources intéressantes de calcium pour le bétail (Diagayété et Schenkell, 1986).

Par ailleurs, les prélèvements faits sur les principaux ligneux étudiés, nous ont permis de les caractériser par rapport aux principaux éléments, notamment :

4.3.3.1.- Le Calcium et le Phosphore

Les résultats obtenus pour le calcium (Ca) et le phosphore (Ph), sont comparables à ceux publiés par Diagayete (1986) dont les travaux ont donné des teneurs comprises entre 0,6 et 2,80 % de la MS pour le Ca et 0,8 et 0,17 % de la MS pour le phosphore. Les teneurs moyennes en « P », des ligneux étudiés sont voisines de 0,2 % de la MS. L'utilisation des ligneux en complémentarité des rations alimentaires des ruminants, devient ainsi très indiquée pour assurer un supplément en Ca. Le phosphore n'en constitue pas aussi un facteur limitant.

Cependant, l'apport des ligneux dans la ration alimentaire ne dispense pas la supplémentation minérale d'autant plus que les teneurs en calcium sont souvent très élevées et présentent des risques de blocage d'autres éléments. En effet, le rapport phosphocalcique est souvent défavorable à une bonne absorption de certains minéraux.

4.3.3.2.- Les matières azotées

Les teneurs en matières azotées totales (MAT), obtenues ont toujours été supérieures à celles du tapis herbacé de saison sèche en zone sahélienne qui ne dépassent guère 5 % de la MS (Richard et al. 1989). Il se trouve que, c'est durant cette période, que le fourrage arbustif joue un rôle très important dans l'amélioration du niveau azoté des régimes des ruminants en milieu tropical. Les résultats de nos analyses sont comparables à celles trouvées par Sanon et al. (2005). Ils varient entre 5 et 20 % de la MS. La richesse des ligneux en MAT peut s'expliquer d'une part par leur enracinement profond qui leur permet d'accéder aux stocks d'eau et d'éléments nutritifs, d'autre part, par leur grande capacité à fixer l'azote, s'il s'agit des légumineuses. Cependant, *Acacia seyal* a enregistré de faibles teneurs en MAT (6,16 % MS), ce qui peut se justifier par le moment des prélèvements qui ont eu lieu au mois de mai, qui est la période de début de perte des feuilles. De toute évidence, l'on sait que la valeur azotée des ligneux, varie notablement en fonction de la saison, du stade d'évolution des feuilles mais aussi de l'âge de la plante.

4.3.3.3.- Les parois cellulaires

Les teneurs en parois totales des ligneux sont déterminantes dans leur digestibilité par les ruminants. La richesse en parois cellulaires notamment en lignocellulose influence négativement la digestibilité (VAN SOEST). Les teneurs moyennes en NDF et ADF varient significativement en fonction de l'espèce végétale. Les arbres et arbustes fourragers ont souvent un long cycle végétatif qui

justifie leurs teneurs en parois qui peuvent être très élevée sous certaines conditions. Les teneurs moyennes en NDF données par les analyses de nos échantillons, sont de l'ordre de 44 à 59% de la MS. Elles sont donc inférieures à celles obtenues par (Fall, 1993) sur les fourrages tempérés (60 % en moyenne). Par contre les teneurs en ADF des échantillons tirées de notre étude varient de 37 à 48 % de MS, soit des résultats similaires à celles obtenues par Traore (1998). Avec TOPPS, (1992), il a été prouvé que les rameaux et feuilles jouent un rôle de tout premier plan dans les teneurs en parois qui augmenteraient en fonction de l'âge et auraient de plus fortes concentrations dans les tiges que dans les feuilles.

En ce qui concerne la lignine (ADL), les espèces ou variétés de ligneux ont une influence nette sur la variation des taux. En moyenne les teneurs enregistrées sont de l'ordre de 11,5 à 23,40 % de la MS et sont proches de celles observées par Traoré (1998). Ces mêmes valeurs sont supérieures aux teneurs trouvées par H.O Sanon et al (2005) (5,13 à 15,87 % de la MS. Les teneurs élevées en lignine observées chez *Acacia tortilis* (23,40%) limitent son utilisation dans l'alimentation animale. Par contre *Ziziphus mauritiana* présente une valeur moyenne en lignine relativement faible (11%) ce qui en fait un excellent complément en saison sèche. La teneur en cellulose brute (CB) est en relation directe avec le type de ligneux. Notre étude révèle des taux de CB similaires à celles rapportées par Breman et Rider (1991) dont les concentrations estimées, varient de 9 à 40 % de la MS. Il est aussi apparu que, *Acacia seyal*, à l'inverse de ses faibles teneurs en MAT, affiche des valeurs élevées en fibres (39,92 % de la MS), que nous pouvons expliquer par sa relativement faible biomasse foliaire.

Ces résultats sont confirmés par les analyses chimiques de quatre des cinq ligneux fourragers étudiés. Ils ont révélé des teneurs en MAT allant de 7,08 % à 10,78 % MS des teneurs en MM de 7,73 % à 12,12 % MS et des teneurs en NDF de 39,91 % à 47,46 % MS. Ces différentes teneurs sont variables selon l'espèce, l'organe, l'âge et le stade phénologique.

4.3.3.4.- Les valeurs énergétiques

Les ligneux étudiés ont des valeurs énergétiques de 0,40 - 0,76 UFL et 0,25 - 0,71 UFV. Les plus faibles valeurs se rapportent aux stades de tout début ou de fin de cycle des feuilles. En fin de cycle, particulièrement, les feuilles tendent à s'assécher pour la plupart et à être perdues par l'arbre. En pleine feuillaison, et surtout au stade de pleines feuilles, les valeurs énergétiques sont relativement intéressantes avec des pointes de 0,7 à 0,8 UF. *Ziziphus mauritiana* qui est pratiquement toujours en pleine feuilles, a un niveau énergétique de cet ordre et Protéctor (1980) le qualifie de « relativement important ». Pour mémoire, la paille naturelle titre 0,3- 0,4 UF et les feuilles de légumineuses font, au meilleur des cas, 0,6 UF et 75 g MAD (Richard, 1989).

On comprend dès lors, la place de tout premier plan que les ligneux fourragers peuvent jouer dans l'alimentation des ruminants domestiques surtout en saison sèche.

On retiendra que la teneur moyenne en nutriments des ligneux, varie en fonction de l'espèce. Cette variation spécifique peut être attribuée à plusieurs facteurs. La capacité pour chaque ligneux de puiser des nutriments plus ou moins profondément. La richesse du sol en éléments minéraux figure parmi les facteurs essentiels de variation selon l'espèce (Traoré, 1998). En effet, le développement du système racinaire est considéré comme l'un des facteurs déterminants de la variation des teneurs en substances chimiques (Hurd, 1976). La perte des feuilles de certaines espèces pendant la saison sèche est également un facteur qui permet une meilleure adaptation aux conditions de sécheresse (Fall, 1993) mais, elle limite leur utilisation en alimentation du bétail durant la période de soudure.

Au vu de ces résultats, il serait fort approprié que des essais de performance chez les animaux alimentés à base de *Faidherbia albida*, *Acacia tortilis*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana* ainsi qu'une étude concernant la présence de composés toxiques contenus dans les plantes permettrait d'apporter des solutions pratiques sur les stades de pâture ou les périodes d'affouragement en vert, soient entrepris.

4.3.4. Appréciation de la capacité de charge des parcours de la HVFS

4.3.4.1. La biomasse consommable

Nos résultats ont montré que les pâturages naturels de la zone d'études ont des valeurs satisfaisantes en saison de pluie mais leur valeur pastorale se dégrade progressivement avec l'avancée de la saison sèche. Aussi, Toutain (2000), sur la base d'observations et d'enquêtes, a pu montrer que l'essentiel de l'alimentation des animaux provient du tapis herbacé, qui, en zone sahélienne, particulièrement, est complètement sec et improductif pendant plusieurs semaines de l'année.

Pour une exploitation pendant la saison sèche et l'exploitation continue, la fraction à ingérer représente (i) 35 % de la production annuelle et pour l'exploitation pendant la saison des pluies, seules les pertes en relation directe avec la pâture, sont prises en considération, elle est de (ii) 50 %. Le piétinement suivi de mortalité et/ou de pourrissement et la voracité des termites justifient les pertes prises en compte. A ces pertes viennent s'ajouter d'autres non ou difficilement évitables, dues aux insectes et à d'autres petits herbivores, et des pertes moyennes dues au pourrissement, à l'efflorescence, etc. Eventuellement, il faudra donc tenir compte séparément des feux, des sauterelles et d'autres fléaux (insectes) et de la pluviosité extrême pendant la saison sèche.

Plus précisément, Breman H & De Ridder DN (1991) ont démontré qu'au fur et à mesure du déroulement des années, les pertes sont d'avantage, plus importantes. Pour ces auteurs, dans

l'hypothèse où les feux apparaissent le plus souvent en février (milieu de la saison sèche) et que les graines ne brûlent pas, les pertes totales pendant l'année, en question sont au minimum de 72%. Dans le même pâturage soumis à la pâture en saison de pluies uniquement, il a été constaté que la consommation est au max de 50% de la biomasse et sur ce taux, il y a 52,5% de pertes, ce qui entraîne une perte par pâture de 26%, donc, une part consommable de 26% ($\approx \frac{1}{4}$). Cornet (1981) confirme cette thèse en estimant que sur la Productivité Primaire Nette des Parties Aériennes (PPNA), $\frac{1}{6}$ peut être consommé par les troupeaux en saison humide au cours de la croissance des plantes et le $\frac{1}{4}$ en saison sèche par broutage sélectif des pailles. Tout ceci justifie la proportion de biomasse consommable portée à $\frac{1}{4}$ en zone nord et $\frac{1}{3}$ en zone sud.

4.3.4.2- Charge potentielle par zones

➤ Dans la partie nord de la HVFS,

Les besoins totaux en surfaces pâturables nécessaires pour alimenter correctement les effectifs résidant dans la zone nord qui intègre l'UP de Malandou, à cheval entre la vallée et le Ferlo, si l'on se réfère à la Capacité de Charge (CC) estimée à 0,18 UBT /ha, soit, 6 ha / UBT, sont de : $CC (6 \text{ ha} / \text{UBT}) \times \text{Effectifs cheptel} (316.023 \text{ UBT}) = 1.896.138 \text{ ha}$, soit 18.961 km² de surfaces pâturables moyennement pourvues. C'est donc cette aire de parcours naturels qui pourrait assurer la couverture des besoins annuels de l'ensemble des effectifs du bétail résidant dans cette zone. Or, il est établi au Sénégal, que la répartition spatiale, attribue 29% du territoire national, à l'espace pâturable (ANSD 2013) et encore, dans le cas de la HVFS, les aménagements qui d'année en année s'accroissent, en arrivent à réduire sûrement, de façon drastique, ce taux. D'autre part, en prenant en compte les superficies réelles des pâturages, c'est-à-dire, en déduisant les superficies agricoles, les forêts classées et celles occupées par les habitats, les aires pâturables sont évaluées, dans le cas de Koulikoro et de la Région de Kayes (Mali), similaire à nos sites d'études, à travers le rapport annuel de la Direction du Service de l'Elevage (2005), à moins de la moitié, voire même 30% de la superficie des régions concernées- De ce point de vue, en considérant les superficies des départements (Ranérrou -Ferlo, Kanel, Matam) qui composent ladite zone nord (Ferlo et nord HVFS) de notre étude, estimées à 29.616 km², les surfaces pâturables qui y sont disponibles peuvent être évaluées à $29\% \times 29.616 \text{ km}^2 = 8.589 \text{ km}^2$. Or, les besoins en espace du bétail résidant sont estimés à 18.961 km² c'est-à-dire, un déficit en surfaces pâturables dans cette zone, équivalant à 10.372 km².

➤ En zone sud de la HVFS (le Boundou),

Sur la base de la capacité de charge (CC), calculée, correspondant à 0,24 UBT/ha, équivalant à 4 ha/UBT, les besoins en surfaces pâturables peuvent être estimés à $CC (4 \text{ ha /UBT}) \times \text{Effectifs cheptel} (851776 \text{ UBT}) = 4 \text{ ha /UBT} \times 851776 \text{ UBT} = 3.407.104 \text{ ha} = 34.071 \text{ km}^2$ de parcours naturels. Si l'on sait que les départements polarisant cette zone, couvrent une superficie de 59.706 km², équivalant à 17.315 km² d'espaces pâturables.

Au vu de ces résultats, il est manifeste que les surfaces pâturables offrent des quantités de fourrages nettement en deçà des besoins du cheptel résidant. Les résultats des calculs effectués affichent une couverture des besoins fourragers, variant dans les 2 zones de la HVFS, à hauteur de 45% (zone nord) à 51% (zone sud).

Par extrapolation, il ressort que le déficit en pâturages que chaque zone accuse si l'on ne tient compte que du bétail résident (qui n'est souvent pas seul) est une réalité. Cette analyse n'est donc que théorique mais permet de se faire une idée sur le manque de fourrages que connaît chaque zone, à certaine période de l'année. On comprend dès lors, que des stratégies permettant de compenser lesdits déficits enregistrés, s'imposent. C'est cette situation que vivent les éleveurs chaque année, qui justifie amplement la nécessité de recourir à des alternatives qui peuvent être axées autour de :

- La valorisation du fourrage ligneux dont l'évaluation montre que le potentiel est important mais jusque-là très peu exploité.
- L'exploitation au mieux, des résidus culturels dont le disponible en fin de campagne est considérable dans les périmètres aménagés de la Vallée du Fleuve Sénégal.

Si non, la stratégie des déplacements hors zones des troupeaux, à la recherche de pâturages est le plus privilégié par les éleveurs. Il a d'ailleurs été constaté que la transhumance, le plus généralement, y est amorcée dès 60 jours après la fin des pluies (enquêtes)

Ces résultats sont confirmés par Guérin (1990) qui révèle, par ailleurs, qu'une importante quantité de biomasse disparaissait en saison sèche et 250 kg MS, étaient consommées par les animaux alors que 600 kg MS/ha étaient détruits par d'autres facteurs, tels les feux, le piétinement des animaux...

Il importe cependant, de relativiser ces résultats car, pour R. Bellefontaine et al (1997), la notion de capacité de charge en bétail n'a pas un sens précis lorsqu'on ne maîtrise pas parfaitement la surface pâturée, le nombre d'animaux et la production de fourrage. Les parcours sont habituellement des espaces ouverts, hétérogènes, que les animaux exploitent irrégulièrement et imparfaitement, au gré de leurs passages dans les environs. Utiliser la notion de capacité de charge présente néanmoins l'avantage de donner un ordre de grandeur du nombre d'animaux susceptibles d'être affouragés, dans les limites raisonnables d'une exploitation ménageant à peu près les productions à venir. Dans cet ordre d'idées, les charges pastorales, trouvées pour les 2 zones, quoi que conformes à la règle qui

veut que «la capacité de charge » équivaille au nombre de mois de saison sèche, exprimés en ha/UBT », ne peuvent être qu'indicatives.

D'autres considérations peuvent être relevées comme des limites aux résultats de charge, Nous pouvons en citer au moins deux :

1. les calculs effectués, n'ont pas intégré les autres sources de fourrage (résidus de récoltes et ligneux) dont l'utilisation n'est pas bien maîtrisée. Ils ne peuvent, donc, être pris en compte.
2. l'espace pastoral s'organise autour de points d'abreuvement dont l'existence même, conditionne l'exploitation des pâturages (Milleville et al 1982) pendant la saison sèche,

CHAPITRE V: SYNTHESE GENERALE

Les points traités dans la présente étude se sont rapportés à une caractérisation et à une évaluation des ressources fourragères disponibles dans la Haute Vallée du Fleuve Sénégal circonscrite en deux parties distinctes. Les parcours herbacés et les ligneux fourragers qui y constituent les principales ressources ont été étudiées tant du point de vue de leur composition floristique que de leur production de biomasse.

Les principaux résultats ont révélé :

- la prédominance des graminées, avec une faible présence de légumineuses au niveau des herbacées et les espèces pérennes ont été très peu représentées ;
- des ligneux fourragers composés de quelques espèces bien appréciées par le bétail et dont la densité s'accroît en allant vers le sud ;
- des parcours herbacés de production relativement limitée, n'arrivant pas à couvrir les besoins du cheptel résidant que pour environ de moitié ;
- les ligneux fourragers, de par leur production de biomasse foliaire essentiellement, mais aussi de rameaux, de gousses, de fruits... ont montré un important potentiel de rendement fourrager ainsi que des valeurs alimentaires intéressantes mais leur accessibilité au bétail a limité considérablement leurs apports dans l'alimentation et
- des résidus de récoltes relativement importants mais jusque – là mal maîtrisés par ceux- là qui en ont le plus besoin.

Il ressort de ces considérations, que la valorisation des ressources fourragères disponibles dans la HVFS, ne peut être optimisée que par la définition de stratégies bien pensées qui reposent sur des mécanismes de gestions axés autour de la durabilité et de la minoration des contraintes et limites que pose le contexte imposé par le climat mais aussi les aménagements agricoles

5.1. LES PARCOURS NATURELS

Les parcours naturels de steppe et de savane sont traditionnellement exploités par les éleveurs pratiquant la transhumance à des degrés divers. L'utilisation de l'espace répond à la recherche d'un équilibre entre l'exploitation de l'herbe à son stade optimal, la quête d'eau (mares, fleuve, puits), les désagréments et les risques dus aux insectes (mouches, taons, glossines) et les déplacements évitant les conflits avec les agriculteurs.

Dans la vallée du Fleuve Sénégal, les éleveurs ont acquis une longue expérience dans les stratégies d'exploitation des parcours naturels qu'ils mettent en pratique selon les saisons.

En saison des pluies) les éleveurs exploitent à l'optimum de leur valeur, les pâturages, tout en minimisant les risques sanitaires et de conflits sociaux. Avec les aménagements agricoles qui enfreignent le libre déplacement dans la zone, les animaux sont conduits au niveau des jachères et sont abreuvés aux mares temporaires et/ou aux puits et sont en général, éclatés. Les terres de parcours qui seraient difficilement accessibles en pleine saison sèche, sont privilégiées. Au début de la saison sèche, après les récoltes les troupeaux peuvent se déplacer pour trouver de l'herbe plus verte, donc plus riche. Ils pâturent alors la végétation naturelle, les jachères, les résidus de récolte, les zones de décrue des fleuves, les repousses après feu. Les troupeaux progressent ainsi et peuvent se retrouver au-delà même des frontières et ne reprennent le chemin du retour que lorsque s'annonce l'arrivée des premières pluies, initiatrices de mise en culture de la part des paysans. Les effets de la zoochorie (endo et épi), qui est un mode de dispersion des graines ou des diaspores des végétaux grâce aux animaux présentent l'avantage de faire franchir de grandes distances aux graines mais aussi de faciliter leur germination pour l'extension de l'espèce et la diversification de son patrimoine génétique.

Sur le plan technique, en s'inspirant de Boudet (1991), les principes suivants pourraient être préconisés pour les parcours: (i) exploitation "modérée" du Sahel en saison des pluies; (ii) mise en repos périodique de certains parcours sahéliens; (iii) adaptation de la charge de saison sèche au stock fourrager; (iv) création de réserves sur pied pour la saison sèche chaude; (v) adoption d'une exploitation consensuelle des terroirs agropastoraux après récoltes vivrières; (vi) identification d'espaces interstitiels auxquels un droit d'usage aux transhumants serait accordé; (vii) gestion des feux, protection autour des points d'eau, contrôle de ceux des zones inondables, après assèchement de milieu de saison sèche.

La mise en œuvre de ces recommandations requiert l'existence d'une bonne organisation des éleveurs qui serait chargée d'assurer la gestion de l'espace

5.2. UTILISATION DES LIGNEUX PAR LE CHEPTTEL

La contribution relative des espèces d'arbres et de buissons varie en fonction de la variable considérée : densité, couvert, surface terrière, masse de bois, masse de feuille.

Certains végétaux très résistants qui maintiennent la verdure du paysage quelles que soient les conditions, ont été inventoriés ; il s'agit par exemple de *Leptadania hastata* qui fait partie des

dernières réserves alimentaires en ces périodes de soudure (mois d'avril). Ceci fait qu'il commence à subir la pression des ruminants, Les seuls individus qui connaissent un développement remarquable, sont situés dans la réserve naturelle communautaire du Boundou. Leur présence dans la réserve leur garantit une certaine protection contre les coupes intempestives, notamment, en période de soudure. D'autres espèces comme *Boscia senegalensis* et *Calotropis procera*, maintiennent leur verdure en période sèche mais ne sont pas très consommées par les animaux. Quoique certains chercheurs soutiennent que les espèces non appréciées pour une année donnée peuvent être consommées au cours de la saison suivante.

Selon Ickowicz (1995), seule une partie de la biomasse totale évaluée est consommée par les animaux. C'est la partie accessible avec comme critère d'évaluation la hauteur et la pénétrabilité : il s'agit du volume utile. Pour cet auteur, un ligneux fourrager est caractérisé par le volume de sa partie accessible (pénétrabilité), c'est-à-dire la périphérie du houppier inférieure à 1,5 m. C'est donc ce volume qu'il faut prendre en compte (FAO 1997). Ainsi, nous remarquons que la pénétrabilité des ligneux diminue pour les bovins qui sont plus attirés par les graminées annuelles. En effet, les espèces épineuses sont très difficiles à exploiter par les bovins du fait de leur morphologie (lèvres assez larges pour appréhender les petites feuilles souvent bipennées et protégées par de longues épines). Les petits ruminants, par contre, sont plus aptes à exploiter les ligneux. C'est ainsi qu'ils représentent 90% du régime alimentaire des caprins, 70% de celui des ovins et seulement 35% du régime des bovins (Guérin et al. 1988 ; Dicko & Sangare, 1984) Ils constituent un potentiel alimentaire disponible tout au long de l'année pour les ruminants (Fall, 1991) et représentent plus de 35% de la biomasse totale sur parcours naturel (Bremner & Ridder, 1991). Une résistance à la sécheresse et aux feux de brousse, ajoutée à une bonne capacité de régénération, leur permettent de garder leur fraîcheur pendant toute l'année. Les ligneux présentent aussi l'avantage de donner fruits (gousses) qui augmentent la digestibilité totale de la ration (Fall et al 1997).

Cependant, les ligneux de la zone de Bakel-Matam sont soumis à une pression particulièrement forte due à l'absence de tapis herbacé. Pour faciliter l'accès des animaux aux ligneux, les branches sont élaguées à coups de machettes afin de faciliter la consommation de feuilles et autres fruits (gousses d'*Acacia seyal* et de *Bauhinia rufescens*) au bétail. Notons cependant que la consommation de ligneux varie fortement selon les espèces. Cette pratique peut être considérée comme dévastatrice même si elle ne bloque pas la régénération, elle abaisse fortement la couverture du sol. Pour y faire face, le système de mise en défens utilisé dans la réserve du Boundou semble être très efficace. Il consiste à protéger le milieu avec l'aide des populations locales sensibilisées et formées pour défendre la végétation contre les coupes intempestives, les feux et le braconnage.

D'après les travaux de Le Houérou (1979) et Hiernaux (1980) rapportés par Breman & Kessler (1995), une grande part du fourrage ligneux est hors de portée du bétail. La hauteur maximum de broutage varie de un (1) mètre pour les moutons et les chèvres (bien que les chèvres puissent grimper aux arbres), à 2 mètres pour les bovins et plus de 3 mètres pour les chameaux. La hauteur maximum moyenne que le bétail peut atteindre est donc de 2 mètres. La proportion de fourrage accessible dans la couche des 0 à 2 mètres varie de 25 % dans la zone sahélienne à 15 % dans la zone soudanienne. Ces données concernent les feuilles vertes et les fruits, y compris les fruits tombés au sol. La variation de fourrage accessible est grande : dans les terres arborées de la zone soudanienne, elle oscille de moins de 10 % à plus de 50 % selon le type de végétation.

La valeur fourragère des feuillages ligneux dépend aussi de la composition floristique. Seules certaines espèces sont broutées : (i) quelques-unes sont particulièrement recherchées par au moins une des espèces de ruminants domestiques ; (ii) d'autres sont consommées à l'occasion et enfin, (iii) quelques-unes sont refusées quelle que soit la saison et l'espèce animale.

L'espèce aussi détermine dans de larges proportions, la phénologie et donc la disponibilité saisonnière de feuillages fourragers. Encore que la saisonnalité soit modifiée par la pratique (coupes, émondages, broutage, feux) et atténuée par la consommation de feuilles et fruits (surtout gousses d'acacia) tombées au sol. En saison sèche, certaines espèces de ligneux sont recherchées par les ruminants, quand le tapis herbacé devient rare. Ainsi, la consommation de ligneux représente une part importante de l'alimentation des animaux qui peut atteindre 85, 50 et 25 % de MS du régime des caprins, ovins et des bovins respectivement (Guérin, 1991).

L'accessibilité est un paramètre important et Breman (1991) estime que sans l'intervention des bergers, seulement 25% au plus, de la production annuelle de feuilles et de rameaux peuvent être consommés alors que le fourrage arbustif peut représenter 35 % de la biomasse totale.

Les données sur la diversité floristique, la densité des ligneux et la biomasse produite ont été soumises à des analyses de variance, suivant le modèle linéaire généralisé du programme MINITAB et a permis d'établir la formule suivante : $Y_i = \mu + \alpha_i + e_i$, où :

Y_i : la variable dépendante,

μ : la moyenne de production

α_i : l'effet du type de pâturage et

e_i : le terme résiduel.

5.3. GESTION DE L'ESPACE PASTORAL

Elle passe par la conception et l'application de règles d'usage et de principes préconisés mais aussi, la mise en place de structures de surveillance.

En zone sahélo soudanienne, il apparaît selon Boudet (1990), que l'utilisation des terres de parcours n'est qu'un droit d'usage non considéré comme une mise en valeur. Par conséquent, le développement agricole se fait aux dépens de l'espace pastoral, qui de plus, tend à se réduire d'année en année.

Dans ces conditions, il devient indispensable d'édicter des règles d'usage pour une meilleure exploitation des terres de parcours par les autochtones et par les transhumants:

Sur le plan national, la création de structures de surveillance continue s'impose avec des méthodes qui ont été expérimentées et qui sont basées sur la télédétection, en particulier l'imagerie NOAA, irremplaçable pour l'alerte rapide, et sur l'étalonnage au sol (Gaston, *in* Audru *et al.*, 1987). En effet, le dénominateur commun de l'ensemble des parcours (de la jachère de courte durée à la savane boisée en passant par les pâturages de décrue) est la conservation des potentialités et même leur amélioration.

Les deux stratégies que les éleveurs ont utilisées traditionnellement, pour gérer les troupeaux dans un contexte d'hétérogénéité écologique consistent en :

- la mobilité des troupeaux : qui peut être considérée comme l'une des stratégies importantes dans l'aménagement des parcours.
- l'ajustement de la composition des espèces : qui permet la flexibilité du mouvement des éleveurs et accroît dès lors l'utilisation optimale d'un environnement hétérogène.

Gérer une variété des espèces permet de profiter grandement de la nature hétérogène des écosystèmes. La stratégie pastorale consiste à utiliser un large éventail des espèces (vaches, chameaux, moutons, et chèvres) qui utilisent différentes parties du fourrage et résistent différemment à la sécheresse.

On sait par exemple que les éleveurs savent stocker et déstocker en réponse aux sécheresses et autres calamités. L'expérience et l'analyse indiquent que la taille des troupeaux associée à ces réponses traditionnelles atteint rarement une proportion qui peut causer des dommages irréversibles.

C'est fort de ces considérations, que des Pastoralistes du Sahel (PPZS 2005) sont arrivés à la conclusion que:

- la flexibilité institutionnelle et organisationnelle est importante pour de telles réponses.
- il est nécessaire de mettre en place de bons mécanismes de contrôle et d'évaluation, et d'apprendre à partir de l'expérience.
- une diversité d'organisations peut être nécessaire pour faire face aux défis complexes. Il peut s'agir des organisations des éleveurs, des ONG de services, des fédérations de producteurs et du gouvernement.

- le transfert du contrôle des ressources sous la responsabilité des utilisateurs locaux, la prise en compte des besoins locaux et la surveillance systématique de l'exécution des projets et des programmes sont essentiels pour l'aménagement des parcours

Pour une meilleure prise en charge des préoccupations des agropasteurs mais aussi des riziculteurs et des éleveurs de la Haute Vallée du fleuve Sénégal, il convient de s'inspirer des modèles qui ont assuré une certaine réussite en d'autres lieux. Les aménagements réalisés dans la zone et qui ne cessent de s'élargir imposent aux éleveurs de mieux s'organiser pour résister à cette poussée qui ne cesse de s'amplifier.

5.3.1. Découpage de l'espace en Unités Pastorales (UP)

Il s'agit pour un ensemble de localités de se partager un même espace pastoral voire agricole et d'exploiter les mêmes points d'eau compte tenu de leurs intérêts économiques et de leurs liens historiques et de voisinage. Les communautés vivant sur une même UP ont des droits prioritaires d'exploitation des ressources au niveau de leur terroir mais également des responsabilités à l'égard de ces ressources (PAPEL, 2005). L'implantation des UP est censée découler d'une démarche participative auprès des populations concernées. La mise en œuvre des UP s'oriente vers la création de nouvelles règles collectives de gestion des ressources pastorales. Cela ne signifie pas que des règles ne préexistaient pas mais les concepteurs des UP effectuent le pari des changements qu'ils souhaiteraient induire. L'évolution entraînée par les UP en zone sylvo-pastorale pourrait illustrer la notion très large d'apprentissage organisationnel (Midler, 1994)

C'est dans le cadre d'une meilleure opérationnalisation de la gestion de ces UP qu'ont été initiés : les groupements d'Intérêt économiques ; le Code Pastoral, les aménagements des zones d'accueil de transhumants.

5.3.2. Promotion de groupements d'éleveurs

Il s'est agi surtout :

- d'animer et de structurer les groupements traditionnels existants au niveau des parcs
- de réaliser des investissements d'envergure en commun : parcs, clôtures, points d'eau, taureau sélectionné, matériel,... etc et d'en assurer la gestion en équipe.
- de constituer avec l'aide de l'Etat des groupements à vocation coopérative.
- de rechercher et développer des partenariats avec des ONG, des structures de l'Etat (Projets, Agences...) et d'autres organisations de producteurs au niveau national et à l'Etranger.

5.3.3. Adoption d'un Code Pastoral

Le Code Pastoral est un ensemble de règles et de principes destinés à une meilleure gestion du milieu agro pastoral en général et de l'unité pastorale, en particulier.. Il doit recueillir l'accord de tous les membres de la communauté pour arriver à l'efficacité recherchée. Un engagement moral lie le CP et les éleveurs (sanctions, primes....). L'établissement d'un code pastoral prend en charge :

- la protection des cultures,
- l'utilisation des pâturages et des points d'eau,
- la définition des déplacements, avec un calendrier bien pensé en fonction des effectifs à accueillir et des ressources disponibles

En d'autres termes, le Code Pastoral permet, entre autres, une maîtrise des mouvements du bétail, une protection du patrimoine fourrager et sa valorisation optimale, une réglementation des rapports entre agriculteurs et éleveurs.

Dans beaucoup de situations, l'accès des transhumants non-résidents dans l'aire de desserte du forage est subordonné à l'accord d'un « comité d'accueil des transhumants » créé à cet effet. L'évaluation des premières années d'UP (Thebaud *et al.* 1995), a abouti à des conclusions plutôt défavorables à une gestion organisée en périmètres pastoraux et a recommandé la reconnaissance du pastoralisme comme forme de mise en valeur durable et appropriée au contexte incertain du Ferlo.

Chaque fois que la zone d'accueil est saturée en bétail, le cde prévoit la fermeture du poste d'entrée aux troupeaux d'élevage et le patrimoine pastoral sera ainsi protégé.

5.3.4. Aménagements dans l'espace pastoral

La gestion de l'espace pastoral par le groupement qui en a la responsabilité, concernera l'amélioration des conditions de vie des populations et de leurs animaux en mais aussi en créant les facilités requises pour l'accueil en permanence des transhumants. Les stratégies les plus efficaces pour ce faire, passent par l'amélioration de l'hydraulique pastorale et villageoise avec :

- Multiplication des puits aménagés: le débit doit être suffisant pour desservir habitants, petits ruminants, t animaux de trait et gros ruminants.
- Multiplication des ouvrages de retenue des eaux de surface (mares, bassins de rétention:), les petits ouvrages de retenue et de maîtrise des eaux sur des bassins versants peu étendus a un effet hautement attractif sur les populations rurales et pastorales
- Installation d'abreuvoirs le long des périmètres irrigués des grandes vallées : Si les aménagements hydro agricoles prévus au niveau des grandes vallées privent l'élevage de type

extensif d'une partie de leurs pâturages, il faut néanmoins éviter qu'ils suppriment toute possibilité d'abreuvement aux rivières.

- Plans d'aménagement devant nécessairement comporter une série d'abreuvoirs branchés directement sur les canaux d'irrigation primaires et distants au maximum de 6 km, compte tenu des limites des taurins en matière de déplacements.
- Zones d'accueil libres de population devant également être délimitées et aménagées dans les domaines suivants : Abreuvement ; facilité d'accès ; protection sanitaire (postes vétérinaires, parcs de vaccination)...;

CONCLUSION

La présente étude révèle que les terroirs de transhumance de la vallée du fleuve Sénégal, comprennent deux zones dont les caractéristiques sont restées très marquées. Il s'agit de la partie nord qui empiète dans la zone sylvo-pastorale, tout en étant dans la vallée et celle qui se trouve immédiatement au sud de la vallée du fleuve.

Dans la zone nord, la pluviométrie se situe autour d'une moyenne de 400 mm /an, donnant lieu à une végétation à steppe où le tapis herbacé couvre partiellement le sol en saison pluvieuse. La strate herbeuse est associée à des arbres à épineux dispersés dans l'espace. La capacité de charge y est évaluée à 0,18 UBT/ha, équivalant à 6 ha/UBT /an, Dans le « Boundou », en zone sud, de la Vallée du Fleuve Sénégal, les aménagements ont restreint les espaces pâturables mais la productivité y est relativement convenable, avec une capacité de charge de 0,24 UBT/ha, soit, 4 ha/UBT/an.

Les effectifs importants de bovins et de petits ruminants ne comptent donc que sur ces ressources fourragères dispersées et incertaines et qui apparaissent nettement en deçà des besoins des animaux résidant en HVFS, l'évaluation n'affichant qu'un taux de couverture à hauteur de 45 – 55%,

Notre étude révèle une production de masse foliaire globale relativement intéressante et laisse apparaître des résidus de récolte d'une certaine ampleur mais ces deux éléments n'ont fait l'objet d'aucune exploitation permettant d'avoir une appréciation fiable de la part qu'ils pourraient représenter dans l'affouragement du cheptel dans la HVFS.

La fauche précoce de l'herbe et sa conservation sont à encourager pour permettre aux utilisateurs, notamment les éleveurs, de faire face au déficit de fourrage et corrélativement à l'insécurité alimentaire surtout, durant les périodes de soudure. Aussi l'adoption de stratégies basées sur la mobilité des éleveurs, avec une systématisation de la transhumance imposée par les aménagements hydro agricoles, une meilleure valorisation des ligneux fourragers ainsi qu'un recours judicieux aux

résidus de récoltes et autres, sous-produits agricoles, deviennent une impérieuse nécessité pour compenser les limites du système actuellement en place.

Les corrélations entre la pluviométrie et la biomasse produite d'une part, et celle entre la masse foliaire et la hauteur de canopée, d'autre part, ont été peu significatives ($R^2 = 0,0374$; $R^2 = 0,2402$) pour certaines mais en définitive, deux 2 équations de prédiction ont pu être retenues :

- **Biomasse Herbacée Produite (en kg MS/ha) = B.H.P. = $2,52 * \text{Pluviométrie (en mm/an)}$**
- **Biomasse Foliaire Produite (en kg) = B.F.P. = $189,99 \times \text{Hauteur canopée} - 880,18$;**
avec $R^2 = 0,7542$,

pour servir comme un précieux outil de gestion des ressources fourragères dans des zones bien ciblées de la HVFS

BIBLIOGRAPHIE

ABOH A.B. ; ZOFFOUN A G., DJENONTIN J A ; BABATOUNDE S ; MENSAH G A (2012) : Stratégie d'adaptation de la charge animale à la production des parcours naturels envahis par *Hyptis suaveolens*

ABULE E., 2004. Rangeland evaluation in relation to pastoralists' perceptions in the Middle Awash Valley of Ethiopia. PhD thesis: University of the Free State, Bloemfontein (South Africa).

ABBAGANA A. L & YOULA A. (2009) : Gestion des A P et transhumance ; La Lettre des Aires Protégées en Afrique de l'Ouest : n°17 ; pp. 6-7

AGONYISSA D. ; SINSIN B. (1998) : Productivité et capacité de charge des pâturages naturels au Bénin. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. 51(3): 239-246.

AKPO L. E. ; GROUZIS M. (2000) : Valeur pastorale des herbages en région soudanienne, le cas des parcours sahéliens du Nord- Sénégal. Tropicultura 18,1 1-8. 47 p

AKPO L. E. ; GROUZIS M. : (1998) : Effet du couvert ligneux sur la composition spécifique de la végétation herbacée en zone soudano-sahélienne. Bul. IFAN, 1997-1998, série A, 49,2, 133-155

AKPO L.E. ; MASSE D. ; GROUZIS M. (2000): Valeur pastorale de la végétation herbacée des jachères soudanienne (Haute Casamance, Sénégal méridional), pp 493-502, in Ch. Floret et R Pontanier éd.: La jachère en Afrique tropicale.

AKPO L.E. ; MASSE D. ; GROUZIS M. : (2002) : Durée de jachère et valeur pastorale de la végétation herbacée en zone soudanienne au Sénégal au Sénégal. *Revue Elev . Méd. Vét. Trop.*, 55(4): 275-283.

AKPO L.E. ; GROUZIS M. et BA A.T. (1995) : L'arbre et l'herbe au Sahel : effets de l'arbre sur la composition chimique des pâturages naturels du Nord-Sénégal (Afrique de l'Ouest) *Revue Méd. Vét.* 146, 10,663-670

ANDRE K. ; GHISLAIN B. T. ET NOUHOUN Z. (2014) : Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales - *Vertigo*, Volume14 Numéro 3 – Décembre 2014

ANONYME (1983).- Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC-GRIZA (LAT) - ISRA/ORANA/OCCGE/GERDAT/ORSTOM; 172 p.

ANSD/SRSD (2012) : Matam : Situation Economique et Sociale régionale

ANSD (2013): Situation Economique et Sociale du Sénégal Ed. 2011 | ELEVAGE Vers définitive de Février 2013

ANSD (2014) : Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage (RGPHAE) 2013 RAPPORT PROVISOIRE, MARS 2014

AUDRU J.; BOUDET G. ; CESAR J. ; DULIEU D. ; GASTON A. ; MANDRET G. (1987) : Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. Gestion, aménagement et intensification fourragère Maisons-Alfort : CIRAD-IEMVT, 418 p.. (Etudes et synthèses de l'IEMVT, n. 24).

BARRAL H., (1977) : Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. Trav. doc. ORSTOM, Paris, 120 p. 8 cartes h.t.

BARRAL H., BENEFICE E.L., BOUDET G. ET DENIS J.P., 1983. Système de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC GRIZA (LAT). Ministère de la recherche et de l'industrie, GERDAT-ORSTOM, 172 P.

BARRAL H. (1982 : « Le Ferlo des forages »: gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral; étude de géographie humaine, ORSTOM-Dakar. -, 85 p

BAUMER M., 1997. L'agroforesterie pour les productions animales. Wageningen, Pays-Bas : CTA.

BUSO GSC, AMARAL ZPS, BRONDANI RPV AND FERREIRA ME (2006). Microsatellite markers for the common bean - *Phaseolus vulgaris*. *Mol. Ecol. Notes* 6: 252-254.

BELIERS J. F. ; HAVARD M. ; LEGAL P.Y. (1991): Le financement de l'agriculture irriguée dans le Delta du fleuve Sénégal CIRAD ISRA ; Réseau Recherche- Développement Séminaire de Saint-Louis du 13 au 17 Avril 1992 sur le désengagement de l'état et les cultures irriguées en Afrique de l'Ouest

BELLEFONTAINE R. ; Gaston A. et Petrucci Y. (FAO 1997)- Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches Cahiers FAO conservation 32 p.

BENOIT-CATTIN M. (1976) : Analyse économique pluriannuelle d'un groupe de carrés suivis : unités expérimentales 1969-1975. Méthode et principaux résultats.

BENOIT-CATTIN M. (1975) : Propositions méthodologiques pour l'analyse des systèmes de production 10 p

BERHAUT J. (1974) : La Flore illustrée du Sénégal, in Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée -Volume 21 Numéro 7 pp. 269-270

BILLE, J.C. (1975) : Mesure de la production herbacée en zone sahélienne des pâturages tropicaux africains 3-8 Mars 1975 BAMAKO 4 p. Ronéo.

BILLE, J.C., 1977a : Etude de la production primaire nette d'un écosystème Sahélien. Trav- Doc. O RSTOM, Paris 65 : 82 p

BILLE J. C. (1977b) : Végétation et productivité de 5 sites sahéliens au Sénégal - Document Technique' de La Division des ' Sciences et techniques de l'Environnement et de la Production Végétale, CIPEA-ILCA, Addis-Abeba, 25 p. Ronéo.

BOUDET, G., 1977.- Contribution au contrôle continu des pâturages tropicaux en Afrique Occidentale. Rev. El. **Med. vét.** Pays trop., a (54),384-406.

BOUDET G., 1984.- Recherche d'un équilibre entre production animale et ressources fourragères au Sahel. *Bull. Soc. languedocienne de géographie*, **18**,(3-4) : 167-177.

BOUDET G., 1991. L'exploitation des parcours et la conduite des troupeaux dans les systèmes d'élevage. In Blanc-Pamard C., Léricollais A. (eds) A travers champs, agronomes et géographes. Dynamique des systèmes agraires, 161-173.

BOUDET G. (1983) : Les pâturages et l'élevage au Sahel. Notes techniques MAB/UNESCO ; 29-3

BOUDET G. (1991) : Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Manuel et précis d'élevage (1ère éd. 1974). IEMVT/Ministère de la Coopération, Paris, 266 p.

BOUTILLIER J.L (1989) : Irrigation et problématique foncière dans la vallée du Sénégal in Cah. Sci. Hum. 25 (4) 1989 : pages 469-488.

BREMAN H. ; DIARA L. ; CISSE M. I. and TOGOLA M. (1975) : Les pâturages tropicaux africains- Bamako, 3-8 Mars 1975, Adhique, Centre International pour l'élevage en Afrique (CIPEA-ILCA) p. 195-213 version française).

BREMAN H. (1975). - La capacité de charge maximale des pâturages maliens. Actes du Colloque de Bamako (Mali) : Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains, 3-8 Mars, 1975, 249-256.

BREMAN H. & DE RIDDER D.N. (1991) : Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Edition, KARTHALA Acct, CAB.DLO et CTA 485p

BREMAN H. et KRUL (1982) : « La pluviosité et la production de fourrage sur les pâturages naturels » in F.W.T. De VRIES and MA DJITEYE (eds). La productivité des pâturages sahéliens Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle, pp. 304-319. Agric. Res. Rep. 918. Pudoc, Wageningen

BREMAN H. & DE RIDDER D. N. ; (1991) : Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Ed Karthala, ACCT, ABOL-DLO, CTA, p.485.

BREMAN H. ET KESSLER J.J.; (1995): Woody plants in agro system in semi- arid regions, Springer Verlag, Berlin

BROWN, J. R. & THORPE, J. 2008. Climate change and rangelands: Responding rationally to uncertainty. Rangelands, 30 (3): 3–6.

CAMARA M. (2014) : Etude du disponible alimentaire pour le bétail dans le Sénégal oriental et le haut bassin du fleuve Sénégal : Kidira- Bakel- Matam – Mémoire de Master Développement Rural et Coopération UGB /ISRA

CARDINALE B.J.; IVES A.R.; INCHAUSTI P. (2004). Effects of species diversity on the primary productivity of ecosystems: extending our spatial and temporal scales of inference. Oikos, 104: 437 450.

CENTRE DE SUIVI ECOLOGIQUE (CSE): Production végétale. Dakar : CSE, 1987 à 1996 ; 8 cartes au 1/2 500 000.

CENTRE DE SUIVI ECOLOGIQUE (CSE) : L'imagerie NOAA/AVHRR dans la veille environnementale. Rapport technique. Dakar : CSE, 1996 ; 57 p.

CSE (2000) : Annuaire de l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal, Dakar, 268 p

CSE (Centre de Suivi Ecologique). 2002. Synthèse des études diagnostiques des sites de l'observatoire du Ferlo. Projet ROSELT/OSS. Rap. Ministère de la jeunesse, de l'environnement et de l'hygiène publique. 10 p

CÉSAR J., 1981. - Cycle de la biomasse et des repousses après coupes en savanes de Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Tropicaux*. 34(1): 73-81.

CESAR J., 1992. Etude de la production biologique des savanes de Côte-d'Ivoire et de son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère. IEMVT, Maisons-Alfort, 642p.

CESAR J. in « Fourrages (1991) » : Typologie, diagnostic et évaluation de la production fourragère des formations pastorales en Afrique tropicale

CLEMENT SEWADE, AKOMIAN FORTUNE AZIHOU, ADANDE BELARMAIN FANDOHAN, THIERRY DEHOUEGNON HOUEHANOU & MARCEL HOUINATO (2016) : Diversité, priorité pastorale et de conservation des ligneux fourragers des terres de parcours en zone soudano-guinéenne du Bénin Volume 20 [Numéro 2](#)

CONVERS A., CHAIBOU I., BINOT A., DULIEU D. (2007) : « La gestion de la transhumance dans la zone d'influence du parc régional du W par le programme ECOPAS ; une approche projet » pour l'aménagement de la périphérie du parc », *Vertigo*, hors-série n° 4, chap. 9, 9 p.

CORNET, A. (1981b). - Mesure de biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal - Actes Oecologica, OECOL. PLUVLZ., 2 (16) , 251-266.

CORNET A. (1981) : Mesure de biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal - Laboratoire d'écologie végétale, O. R. S. T. O. M., B. P. 1386, Dakar (Sénégal)

CSAO/OCDE (2007) Renforcer le rôle des acteurs et des professionnels de l'élevage : Une nécessité pour dynamiser le commerce régional in Note aux décideurs n°4 ; 4p.

CSAO-FAO (2007), Les ruralités en mouvement en Afrique de l'Ouest. Document de travail FAO, CSAO.

CSAO – OCDE (2007) : Renforcer le rôle des acteurs et des professionnels de l'élevage : Une nécessité pour dynamiser le commerce régional in Note aux décideurs n°4 ; 4p.

CSE : DEC – 2008 : ETUDE dans Bulletin annuel CSE, N° 17

COUREL M F, CUQ F ET TOUNSI I 1988 : Suivi de l'évolution des pâturages du Sahel malien. Revue Mappemonde 88/2 - 32 p.

DAGET P. et GODRON M. (coord.) (1995) : Pastoralisme : troupeaux, espaces et sociétés Hatier 510p.

DAMES et MOORE (1989) : Etude du plan directeur du développement de la Haute Vallée du Fleuve Sénégal; Rapport final, Volume 2, Rapport du plan directeur

DIA I. ; (1992) « la Gestion des Terroirs » (Rapport DRCSI. ISRA

DIAGAYÉTÉ M., SCHENKEL H. (1986). Composition minérale des ligneux consommés par les ruminants de la zone sahélienne. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 39 (3-4) : 421-424.

DIAKITE N. (2003) : Transhumances transfrontalières en Afrique de l'Ouest – Communication Rencontre de Bamako (Mali) Praia Sahel Consult –p 2.

DIARRA F. S. (2010) : Évaluation de la contribution des arbres et arbustes fourragers indigènes au bien-être socio-économique des paysans du terroir de Koutiala, au Mali – Doc Mémoire UNIVERSITÉ LAVALQUÉBEC (84 p)

DIARRA L. BREMAN H. (1975) : Influence de la pluviosité sur la production des pâturages. Actes du Colloque de Bamako (Mali), Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains, 3-8 ~mars 1975, 171-174.

DICKO M. S. et SANGARE, M. (1984b). Le comportement alimentaire des ruminants domestiques en zone sahélienne In : Proc. und Int. Range Congr. Adelaïde, Australie: pp 13-18

DIOP A.T. (1987). Rapport de suivi d'hivernage des parcours de la Zone Sylvopastorale (partie Ouest). Dakar - ISRA/LNERV; RCf. no 68/ AGROSTO; 5 p.

DIOP A.T. (1989).- L'aménagement et la gestion des ressources sylvopastorales au Nord du Sénégal: le cas de l'aire d'influence du forage de Tatki - Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle en Sciences de l'Environnement - Université Cheikh Anta DIOP -Dakar, 190p.

DI O U F , M., AKP O , L.E., RO C H E T E A U , A., DO, F., GO U D I A B Y , V. & DI A G N E , A.L. (2002): Dynamique du peuplement ligneux d'une végétation sahélienne au Nord-Sénégal (Afrique de l'ouest). *J. Sc.*, 2 (1).

DIRECTION DU SERVICE DE L'ELEVAGE (2005) : Rapport annuel

ELLIS J. E. ; SWIFT D.M. (1988). Stability of African pastoral ecosystems, alternate paradigms and implications for development. *J. Range Manage.* 41(6): 450–459.

FALL-S. T. ; TRAORÉ E.H.AD ; N'DIAYE K. ; N'DIAYE N'D. S. ; SÈYE B. M. (1997) : Utilisation des fruits de *Faidherbia albida* pour l'alimentation des bovins d'embouche paysanne dans le bassin arachidier au Sénégal in *Livestock Research for Rural Développement* Volume 9, Number 5

FALL T. S. (1991) Arbres et arbustes fourragers dans l'alimentation des ruminants en zone sahélienne et soudanienne. Valeur nutritive d'espèces appréciées au Sénégal. In : *Proc. IjI*, In!. Range. Congr., Montpellier France, vol. 2 : pp 670-673.

FALL S.T. (1993) : Valeur nutritive des fourrages ligneux, leur rôle dans la complémentation des fourrages pauvres des milieux tropicaux, thèse, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 139 p.

FAO (1978). World soil resources report 48. Report on the agro ecological zones project. Methodology and results for Africa. FAO, Rome, Italy, 158 p.

FAO (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO soils bulletin, 50, 82-138.

FAO (1997) : Situation des forêts du monde - Rome,.

FAO (2009) . La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : le point sur l'élevage. Rome : FAO.

FAYOLLE AF ; COSTIOU P ; GRANGE M (1974): Valorisation du cheptel bovin. Zone sylvopastorale de la République du Sénégal, Maisons Alfort, Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux /Laboratoire Nationale d'Elevage et de Recherches Vétérinaires IEMVT/LNERV

GARNIER L.K.M.; DAJOZ I. (2001) : The influence of fire on the demography of a dominant grass species of West African savannas, *Hyparrhenia diplandra*. *J. Ecol. Oxford*, 89 (2): 200–208.

GOUNOT M. (1969) : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris, 1-314.

GASTON IN AUDU (1987) : La surveillance des écosystèmes pastoraux tropicaux. Apports des Chercheurs de l'IEMVT. 61 -82 Etudes et synthèse de l'IEMVT n° 24. « Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. Gestion des Aménagements et intensification fourragère » IEMVT – Maisons Alfort, 418 p.

GRDR/l'IFAN/AFD/(2014) Monographie vallée du fleuve Sénégal –
version finale prestation de services n° grdr/str/psp/2013-00

GROUZIS M. (1979) : Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche de formations végétales sahéliennes. (Mare d'Oursi, Haute-Volta). A.C.C. Lutte contre l'aridité en Oudalan, DGRST-ORSTOM, rapp. multigr., Ouagadougou, 56 p.

GROUZIS M. (1981) - Etude méthodologique et application à l'estimation de la production fréquentielle du bassin versant de la mare d'Oursi Haute- Volta

GROUZIS M. et SICOT M. (1981) : Pluviométrie et production des pâturages naturels sahéliens. A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'OU DALAN, D.G.R.S.T.-O.R.S.T.O.M.R. Apport multigraphie, 33 p.

GROUZIS M., SICOT M., 1980. A method for the phenological study of browse populations in the sahel : the influence of some ecological factors, in Browse in Africa, the Current state of knowledge). Symposium International .sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, LE HOUEROU Ed., p. 233-240.

GROUZIS M. ; ALBERGEL J. (1989).- Du risque climatique à la contrainte écologique: incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso. In «Le risque en agriculture», Eldin M., Milleville P. Edition, Collection à travers Champs, ORSTOM, Paris 243-254 p.

GROUZIS M. ; ALBERGEL J. & CARBONNEL J.P. (1989) :- Péjoration climatique au Burkina Faso: effets sur les ressources en eau et les productions végétales: 165-178, in "Les hommes face aux sécheresses, Nord est brésilien, Sahel africain", B. Bret (coord.), EST-IHEAL: 422 p.

GUERIN H. ; DE ROCHAMBEAU F. ; NDIAYE C. (1983) : Prévision de la valeur alimentaire de deux fourrages tropicaux. *Panicum maximum (Sotuba 5601 et ORSTOM K187B)*. *Pennisetum purpureum (Kizoz)* à partir de l'analyse chimique. LNERV Dakar, 28p.

GUERIN H. 1987. -« Effets du rythme d'abreuvement sur l'alimentation et les performances des ruminants en régions arides et semi-arides (note bibliographique) » Etudes et synthèses de l'IEMVT, n° 30 : 853-880.

GUERIN, H. ; FRIOT D. ; M'BAYE, Nd. ; RICHARD D. ; & DIENG A. (1988). Régime alimentaire de ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. Essai de description du régime par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation des choix alimentaires et conséquences nutritionnelles Rev. Elev. Med Vét. Pays trop. 41 (4) : 427-440.

GUERIN H., RICHARD D., LEFEVRE P., FRIOT D., MBAYE N., 1990: Prévion de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens. In : Seizième congrès international des herbages (Nice, France, 1989). Versailles, France, INRA, vol. 2, p. 879-880.

GUERIN H., FRIOT D., MBAYE N., RICHARD D. (1991). Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et Sahélo-soudaniens. Étude méthodologique de la région du Ferlo au Sénégal. IEMVT, Maisons-Alfort, 115p.

HARRINGTON 1979 : Estimation of above ground biomass of trees and shrubs in a eucalyptus polpunea F. Muell woodland by regression of mass on trunk diameter of plant hight Aust J Bot 27 135 43

HAUTE ECOLE ALBERT JACQUARD – 3PPA 2005: Clé de détermination des arbres, arbustes et lianes de Belgique, France et des régions voisines à l'usage de l'Enseignement fondamental - 61 P.

HEADY H.. (1975). Rangeland Management. McGraw-Hill, New York, USA.

HIERNAUX (P.), 1980: L'inventaire du potentiel fourrager des arbres et arbustes d'une région du Sahel malien ; méthodes et premiers résultats. Zn : Le Houérou H.N. (éd.) - 1980 - Les fourrages ligneux en Afrique. Etat des connaissances. CPEA ; Addk Abeba, pp 195-202

HIERNAUX P., 1998. Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. Plant Ecology, 138: 191-202.

HIERNAUX P. (2000). Implication of the “New Rangeland Paradigm” for natural resource management. In: Adriansen H., Reenber A. & Nielsen I., eds. Proceedings of the 12th Danish Sahel Workshop, The Sahel: energy supply, economic pillars of rural Sahelian communities, need for revised development strategies, 3-5 January 2000. Copenhagen: SEREIN, 113-142.

HIERNAUX, P., LE HOUEROU, H.N. (2006), « Les parcours du Sahel », Sècheresse, vol. XVII, n° 1-2, p. 51-71.

HIERNAUX P. (2013) Rapport de mission au Sénégal à la mise en place d'un système de suivi environnemental pour le compte du projet RIVERS par Pierre Hiernaux, Chercheur CNRS au GET

HINSINGER Ph. et BORNAND M. (1987): Principaux facteurs de la production herbagère en Cévennes gardoises *SCIENCE DU SOL* - Vol. 25/2 - pp. 69-83 -

HOFFMANN O. (1985) : Pratiques pastorales et dynamique du couvert végétal en pays Lobi (Nord-est de la Côte-d'Ivoire), Paris, Orstom, 355 p. (coll. Travaux et documents, n° 189).

<http://nlwissnite2.agr.gc.ca/stockingRate/stockingRateFr.jsp> : site WEB de recherche : Bases d'estimation de la capacité de charge : consultation : Avril 2016

HOUINATO M.; KAGONE H.; SINSIN B. 2003. Seasonal cycle of herbaceous plant phytomass of Monts Kouffé Region in Benin. In Proceedings of the VIIth International Rangelands Congress. Durban, South Africa; 1399-1402.

HUBERT G. (1967) : Essai d'évaluation de la biomasse végétale en zone sahélienne (végétation annuelle) dans *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*- Volume 14 Numéro 4 pp. 123-158

HURD, E. A. (1976) Phenotype and drought tolerance in wheat. *Agric. Meteorol.* 14 : 39-55.

HUTCHINSON C.F. (1996). The Sahelian desertification debate: a view from the American south-west. *Journal of Arid Environments*, **33**(4): 519-524.

ICKOWICS, A. (1995). Approche dynamique du bilan fourrager appliquée à des formations pastorales du Sahel Tchadien. These Doc. Univ. Paris XII (UFR Sei.). 4472 p.

ICKOWICZ A; MBAYE M. (2001) : Forêts soudaniennes et alimentation des bovins au Sénégal Potentiel et limites dans *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 270 (4) Alimentation des bovins / zones sèches dossier 47

IEMVT-CIRAD, (1990). Les feux de brousse - Les fiches techniques d'élevage tropical. Ministère français de la coopération et du développement. 1990, fiche n°3.

ISRA - SENEGAL (Déc. 1992) : Rapport de recherche sur les Communautés Rurales DRCSI,,

JENSEN, A. R. (1998) The g factor and the design of education. In R. J. Sternberg & W. M. Williams (Eds.), *Intelligence, instruction, and assessment: Theory into practice*. (p. 111-131). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

KÂ A., 2000, La gestion des ressources pastorales par télédétection et SIG : l'expérience du Centre de Suivi Ecologique dans le suivi des Unités Pastorales au Sénégal, Actes du Colloque "*Les techniques de l'information spatiale et de l'épidémiologie : des outils utiles pour planifier un développement intégré de l'élevage en Afrique Occidentale*", Burkina Faso :Bobo Dioulasso, 7 au 9 mars 2000, 13 p.

KESSLER C.W. T., RAUBER: 1995 : Generating Optimal Contiguous Evaluations for Expression DAGs *Computer Languages* vol. 21(2),

KEARL L.C. (1982) Nutrient requirements of ruminants in the developping countries. Internationnal Feedstuff Institute Publ. Utah Agriculture Experiment station. Utah State University, Logan, UT. 381p

KEYA G.A. 1998. Herbaceous layer production and utilization by herbivores under different ecological conditions in an arid savanna of Kenya. *Agric. Ecosyst. Environ.* 69(1): 55–67.

KONGBO-W.G. (2001) : Potentialités pastorales des savanes du Sud-Ouest: cas de Sibera et de Gbonfrera dans la province du Poni (Burkina Faso)

KOUASSI A.M. ; MAMADOU A. J. (2014) conception de modèles statistiques a variables hydrochimiques pour la prédiction de la conductivité électrique des eaux souterraines appl. biosci. 2014). *larhyss journal*, issn 1112-3680, n°20, December 203

KOUASSI AM. J. APPL. BIOSCI. 2014 : Potentiel de production fourragère d'une zone pâturée menacée de destruction : cas du cordon littoral Port- Bouët et Grand-Bassam. Published at line of www.melewa.org – P. 7404 - 7410

LEBRUN J.-P. (1973) Enumération des plantes vasculaires du Sénégal. Maisons-Alfort GERDAT-IEMVT, 207 p. (Etude botanique)

LE HOUEROU H.N., HOSTE C~H. (1977. - Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in African Sahelo-sudanian zone. *Journal of Range Management*, 30, (3)~181 - 189.

LE HOUÉROU H.N., 1980. Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, 8-12 avril, Addis Abeba, Ethiopie, 481 p.

LEJOLY J, SINSIN B. (1993). China grass (*Pennisetum polystachion* (L.) Shult) pasture in

northern Benin: Fodder species composition, productivity, feed value and grazing value. In Proceeding of the XVII International Grassland Congress; 257-259.

LEPART J. (1997): La crise environnementale et les théories de l'équilibre en écologie. In *La crise environnementale* 80, Larrere C, Larrere R (Eds). INRA: Paris; 131-144.

LESSE P. ; HOUINATO M. ; FORTUNÉ A. ; DJENONTIN J. ; AND SINSIN B. (2016) - Typologie, productivité, capacité de charge et valeur pastorale des pâturages des parcours transhumants au Nord Est de la République du Bénin. In ISSR Journals 150 p.

LESNOFF, M.; SALEY M ; ADAMOU K; N'DJAFFA O. H. ; (2007) : Une méthodologie rétrospective pour l'estimation des paramètres démographiques des cheptels de ruminants domestiques tropicaux. CIRAD/ILRI.

LEVANG P. et GROUZIS M., (1980). - Méthodes d'étude de la biomasse herbacée de formations sahéliennes: application à la mare d'Oursi, Haute-Volta. *Acta Oecologica*, 1 (15): 231-244.

LHOSTE P. ; DOLLE V. ; ROUSSEAU J. ; SOLTNER J. (1993). Manuel de zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage D Ministère de la Coopération, 1993, 288p.

LOUPPE, D. (1992). Le feu, mieux le comprendre pour mieux lutter. IDEFOR, Abidjan, Côte d'Ivoire, pp. 27.

LUSIGI W. J. ET BUURSINK J. (1994). Sahel Operational Review: Status and Lessons Learned. Document No. 11, série Politique et planification environnementale, division environnement et développement durable, Département technique, Région Afrique, Banque Mondiale

LYLE F. W. (1951) Programme pour les pâturages naturels », dans publication FAO « Conservation des terres incultes » Unasylva - Vol. 5, No. 2 - "Wild lands" conservation

MBOW M. A. ; TRAORE E. H. ; DIOUF M. et AKPO L. E. (2013) Valeurs bromatologique et nutritive de jeunes feuilles de *Sterculia setigera* Del. en milieu soudanien au Sénégal International Formulae Group. M. A. MBOW et al. / Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(1): 203-212, 2013

MACONOCHIE JR Lange RT (1970): Canopy dynamics of trees and shrubs with particular reference to arid zone topfeed species *Trans Roy Soc S Afr* 94 243- 8

MACONOCHIE 1973: leaf and shoot growth on acacia kempeana F Muell and selected other and zone species Trop grassl 7 49 – 55

MARAGE D. (2004). Déterminisme, dynamique et modélisation spatiale de la diversité floristique dans un contexte de déprise pastorale. Application à la gestion durable des espaces montagnards sous influence méditerranéenne. Thèse de doctorat, Cemagref /Inra, France 236 p.

MEF /DPS SENEGAL, Ministère de l'économie et des finances, Division de la Prévision et de la Statistique. (2006). Situation économique et sociale du Sénégal, Dakar, 279p

MERLIN, P.; RIPPSTEIN, G.; ROBERGE, G.; TOUTAIN B. (1987) - Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. Gestion, aménagement et intensification fourragère. Etudes et synthèses, IEMVT (Maisons-Alfort), 24, 418 p.

MEYER C., ed. sc., (2016), Dictionnaire des Sciences Animales. [On line]. Montpellier, France, CIRAD. [date de consultation 10/02/2016].< URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/>

MIDLER C., 1994, « Evolution des règles de gestion et processus d'apprentissage », *in* A. Orléans, *Analyse économique des conventions*, Edition Quadriga, février, 2004, p. 364

MIRANDA R. 1989. Rôle des ligneux fourragers dans la nutrition des ruminants en Mrique Sub-Saharienne. Etude bibliographique. Monographie N°? CIPEA, Addis Abeba. 43 p.

MILLEVILLE P. ; COMBES J. ; MARCHAL J.-Y. ; (1982) :. - Systèmes d'élevage sahéliens de l'Oudalazz, Etude de cas, ORSTOM, Ouagadougou.

MOUNDJOA C. (2008) : Etude de l'utilisation des applications tic par les éleveurs d'unité pastorale de Thiel au Sénégal– 95 p Thèse doctorat UCAD/EISMV :

NDIAYE C. ; GUEYE E. F. ; NGOM S. TRAORE E H. et AKPO L E. (2015) : Impact de la pluviométrie sur la production de biomasse herbagère en milieu sahélien: un cas en Région de Matam, Nord du Sénégal in Livestock Research for Rural Development 27 (3) 2015

NDIAYE C.; NGOM S.; TRAORE E H.; NDIAYE S. A.; AKPO L. E. (2015): Predicting the amount of biomass produced grassland depending on the rainfall recorded in the Sahelian area of North– Senegal in West Africa- ISSN 2320-5407 international Journal of Advanced Research (2015), Volume 3, Issue 10, 382 - 396

NDIAYE M., DIONE M.E. & AKPO L.E., 2010. Caractéristiques des ligneux dans les terroirs pastoraux de Ranérou (région de Matam, nord-Sénégal). J. Sci., **10**(3), 12-27.

NDIAYE O. ; DIALLO A. ; SAGNA M. ; BASSIMBE & GUISSSE A. (2013) : Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal - Revue VERTIGO Vol 13 N° 3

NDIAYE O. 2013. Caractéristiques des sols, de la flore et de la végétation du Ferlo, Sénégal. Thèse de doctorat unique en biologie végétale, option écologie, FST- UCAD, 114p.

NDIAYE O., DIOP A T, AKPO L E, DIENE M, 2014 : Dynamique de la teneur en carbone et en azote des sols dans les systèmes d'exploitation du Ferlo : cas du CRZ de Dahra. Journal of Applied Biosciences 83:7554- 7569.

NGOM D. ; BAKHOUM A. ; DIATTA S. ET AKPO L.E. (2012) : Qualité pastorale des ressources herbagères de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal)

NGOM S. ; MBAYE B., THIAM M. B. ; TRAORE E. H. ; DIARRA A. R. ET CAMARA M. ; Rapport d'activités Projet Rivers : Bilan des ressources fourragères (ligneuse et herbacée) dans les sites de transhumance de la haute vallée du fleuve Sénégal (Matam, Bakel et Kidira)

NORI M.; TAYLOR M.; SENSI A. (2008).Browsing on fence. Pastoral land rights, livelihoods and adaptation to climate change -.Londers : IIED, Issue paper n°148, 28 p. ISBN: 978-1-84369-701-5.

ONANA J. & DEVINEAU J.-L., 2002. Afzelia africana Smith ex Persoon dans le Nord-Cameroun. État actuel des peuplements et utilisation pastorale. Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop., **55**(1), 39-45.

ORTHMANN B. 2005. Vegetation ecology of a woodland-savanna mosaic in central Benin (West Africa): Ecosystem analysis with a focus on the impact of selective logging. PhD thesis, University of Rostock, Rostock, p.148

PAPEL (2000) : Caractérisation des unités pastorales de Thieul et Thiargny (1995), Résumé des travaux, 12 p.

PAPEL, (2005), Rapport de synthèse sur le choix des nouvelles unités pastorales, octobre, 70 p.

PASTUM, (1998). Numéro spécial double 51 - 52 : Brûlages dirigés, 121 p., publié par l'Association Française de Pastoralisme.

PEARSON K (1895) "Notes on regression and inheritance in the case of two parents," Proceedings of the Royal Society of London, 58 : 240–242

P.P.S. : « Projet de Productivité des pâturages sahéliens ». Projet hollando-malien établi au Mali, sous la supervision de l'Université de Wageningen et de l'Institut d'Economie rurale du Mali.- Rapport annuel 2009

PRESSLAND AJ, 1975. Productivity and management of mulga in south-western Queensland in relation to tree structure and density. Australian Journal of Botanic 23: 965-976

PROGRAMME PASTORALISME ET ENVIRONNEMENT AU SAHEL (PESah) (Mars 2005) : Quels appuis pour le SIPES ? Rapport de synthèse - Document d'étude N° 2 in Revue des S.I. - S.A.P. au Sahel et problématique pastorale :43 pages

PSSP : Projet de Sécurisation des Systèmes Pastoraux, Mission d'appui au volet gestion des ressources Pastorales ; Appui à la stratégie de gestion des puits pastoraux IRAM – octobre 2008, André Marty, Noudjia Kaigama kiari 56 p ;

RIVIERE R.. (1978): Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. I.E.M.VT. Rép Fran. Min de la Coop 527p.

SAED, 1998, La SAED : trente-trois ans d'aménagement et de développement de la rive gauche du fleuve Sénégal, Rapport Août 1998, pp. 12-13.

SARR O. ; DIATTA S. ; GUEYE M. ; NDIAYE P.M. ; GUISSSE A. 1. ; AKPO L.E. (2013) : Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de l'ouest) in *Revue Méd. Vét.*, 2013, 164, 1, 2-8

SANON H.O., KABORÉ-ZOUNGRANA C. & LEDIN I., 2008. Nutritive value and voluntary feed intake by goats of three browse fodder species in the Sahelian zone of West Africa. Anim. Feed Sci. Technol., **144**(1-2), 97-110. GRDR/l'IFAN/AFD (2014) :

SANON H.O., SAVADOGO M., TAMBOURA H.H. ET KANWÉ B.A. (2014) : «Caractérisation des systèmes de production et des ressources fourragères dans un terroir test de la zone soudanienne du Burkina Faso », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 14 Numéro 2 – 15 p

SANOU B., 2014. Potentiel des ligneux fourragers du terroir de Sokouraba. Mémoire de Master en Productions et Industries animales : Institut du Développement Rural de l'Université Polytechnique Bobo-Dioulasso (Burkina Faso).

SOULAMA S. ET AL., 2013. Teneurs en coumarines de 15 ligneux fourragers du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(6), 2283-2291.

TUKUR R., ADAMU G.K.N. & ABDULRAHID I., 2013. Indigenous trees inventory and their multipurpose uses in Dutsin-Ma area Katsina State. *Eur. Sci. J.*, **9**(11), 1857-1881.

SANTOIR C. (1996) : « Décadence et résistance du pastoralisme ; les peuls de la vallée du fleuve Sénégal » dans cahiers d'études africaines – 263 P.

SARR O., BAKHOUM A., SÉKOUNA D., AKPO L .E. (2013), L'arbre en milieu soudano-sahélien dans le bassin arachidier (Centre-Sénégal) *Journal of Applied Biosciences* 61: 4515 – 4529 ISSN 1997–5902

SAWADOGO L., TIVEAU D., NYGARD R. (2005). Influence of selective tree cutting, livestock and prescribed fire on herbaceous biomass in the savannah woodlands of Burkina Faso, West Africa

SENN (1991) : équations leur permettant de prédire le potentiel pastoral exprimé en UF/ha, unité aisément transformable en charge animale. Impact du pâturage ovin sur la végétation clôturée et fertilisée dans les Préalpes du sud

SERE, C. et STEINFEL H. D, (1995). Classification and characterization of world livestock production systems, FAO, Rome.

SEWADE CL., AZIHOU A F. A; FANDOHAN B; HOUEHANOU T. D. & HOUINATO M. (2015): Diversité, priorité pastorale et de conservation des ligneux fourragers des terres de parcours en zone soudano-guinéenne du Bénin -14 p.

SICOT M.-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, 1981, 45 p. multig.

SINSIN B, OLOULOTAN S, OUMOROU M. 1989. Les pâturages de saison sèche de la zone soudanienne du nord-est du Bénin. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, **42**(2): 283- 288.

SPEARMAN C. (1904) «General intelligence," objectively determined and measured First published in *American Journal of Psychology* 15, 201-293.

THEBAUD B., GRELL H., MIEHE S., 1995, Vers une reconnaissance de l'efficacité pastorale traditionnelle : les leçons d'une expérience de pâturage contrôlé dans le nord du Sénégal, Londres, IIED, Issue Paper / Drylands Programme, Paper no. 55, 33 p.

TOKO I, SINSIN B. 2008. Les phénomènes d'érosion et d'effondrement naturels des sols (dongas) du Parc national du W et leur impact sur la productivité des pâturages. Sécheresse, 19(3): 193-200

TOPPS, J.H., (1992): Potential, composition and use of legume shrubs and trees as fodder for livestock in the tropics (a review). Journal of Agricultural Science., 118: 1-8.

TOURE O., 1997 : .Espace pastoral et dynamiques foncières au Sénégal; Programme zones arides 33 p.

TOURE O., 1994. La gestion des ressources naturelles en afrique sahélienne: logiques étatiques et stratégies des communautés pastorales. CRDI, BRACO, 26p.

TOUTAIN B & LHOSTE Ph. (1978) : Essai d'estimation du coefficient d'utilisation de la biomasse herbacée par le bétail dans un périmètre sahélien. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop 31 (1) pp. 95-101.

TOUTAIN B., TOURE O. & REOUNODJI F. (2000). Étude prospective de la stratégie nationale de gestion des ressources pastorales au Tchad. Ministère de l'élevage du Tchad – Ambassade de France au Tchad / Cirad. 102 pp.

TOUTAIN B., COMPAORE A., OUADBA J.M., KAGONE H., DIALLO S., 2001. Mission d'appui scientifique « transhumance ». Rapport CIRAD-EMVT n°01-43. CIRAD-EMVT, Montpellier, France, 75p + annexes.

TRAORE E. H (1995) : Facteurs de variations de la composition chimique et de la digestibilité des ligneux consommés par les ruminants domestiques au Sahel, Thèse de 3ème Cycle de Biologie Animale, FST/UCAD, 95p.

TRAORE E. (1998) : Facteurs de variations de la composition chimique et de la digestibilité des ligneux consommés par les ruminants domestiques au Sahel – Thèse 3ème cycle -101 p.

VALENZA J. (1984) : Surveillance continue des pâturages naturels sahéliens sénégalais. Résultats de dix ans d'observations – LNERV – ISRA – Dakar – 81 p., 35 tabl, 50 fig

VAN SOEST PJ (1994) : Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.476 p.

VAN SOEST P J, ROBERSTON J B AND LEWIS BA 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

WAGUE H. (2008) La vallée du fleuve Sénégal : Caractéristiques biophysiques publié in <http://www.projetbiodiversite.org>

WANE A., ANCEY V. ET GROSDIDIER B. (2006) : Les unités pastorales du Sahel sénégalais, outils de gestion de l'élevage et des espaces pastoraux : Dossier N° 8 sur Méthodologies et pratiques territoriales

www.fao.org/docrep/w4442f/w4442f0o.htm: Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches... Consulté le 4/10/16

WATTS, L. F., 2015 : Conservation des terres incultes ; Programme pour les pâturages naturels in Archives de documents de la FAO - Unisylva vol 5 N°2.

XAVIER L. R. : (2006) – « Agriculture irriguée et inégalités sociales dans la vallée du fleuve Sénégal ». In : GIRARD A., CARON P., JAMIN J.-Y., RUF T. (éd.), Coordinations hydrauliques et justices sociales. Montpellier, Cirad, 12 p.

YANEK D. (1999) : Développement de la gestion des feux de brousse au Sénégal - GTZ, PSACD,

YANRA J. D. D.(2004) : Caractérisation des pâturages naturels en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Mémoire de fin d'études IDR/UP/ Bobo Dioulasso

ZONON, A. (2004) : Les déterminants de la pauvreté régionale au Burkina Faso. MIMAP- Burkina Faso. Communication à 3rd PEP General Meeting. Dakar, June 16-20, 2004. Sénégal. 10 p.

ZOUNGRANA I. (1991). Recherches sur les aires pâturées du Burkina Faso. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux III, 290 p.

ANNEXES

ANNEXE I-

Pluviométrie enregistrée dans les Stations des 5 sites d'études (en mm)

1990 - 2015

(Données Météo nationale)

ANNEES	MALANDU	MATAM	BAKEL	GOUDIRY	TAMBA
1990	350,4	349,8	450,1	452	677
1991	208,0	222,8	481,9	274,4	575
1992	195,0	151,5	459,3	599,3	575
1993	180,0	310,0	741,4	477	433
1994	541,2	470,1	698,7	700,4	1044
1995	393,9	318,0	319,8	584,1	496
1996	356,3	368,5	487,9	640,5	730
1997	301,1	332,0	450,7	615	665
1998	330,2	276,1	487,9	762,7	647
1999	404,6	517,8	690,2	869,2	846
2000	503,0	714,5	643	598,9	729
2001	403,3	412	489	525,8	516
2002	350,4	314,1	585	423,9	458
2003	459,3	579	813	752	1067
2004	511,8	480	647	787	748
2005	432,6	440	647	735,3	838
2006	314,5	215	655	463,6	579
2007	349,2	453	655	580	624
2008	495,5	424	619	659	1023
2009	429 ,4	451	691	786,1	864
2010	828,8	582	655,3	694	1031
2011	359	256	469,2	468	716
2012	730	540,9	651,5	926,6	718,6
2013	494	385,3	630,4	513,5	852,8
2014	376	220,8	417,9	521,7	524,1
2015	304	376,1	867,4	697,5	663,1
MOYENNES	407	391	592,446	620	717
ECART- TYPE	148	133	130,5	151	184

Annexe II : QUESTIONNAIRE

Identification :

Prénom & Nom :

Ethnie :

Age

Localité d'attache :

Activités :

- Activité principale :

- Autres activités :

Enquête : Encercler la réponse exacte (Si précisions, voir colonne observations)

Questions posées	Réponses	Observations
Effectifs troupeaux : I mportants (+ de 50) / M oyens (> 20 < 50/ F aibles (< 20)	I - M - F	
Vous déplacez –vous avec tout le troupeau :Oui / Non	O - N	
Quelles sont les causes de la mobilité de vos troupeaux (Recherche E au ; Recherche P âturage, A utre)	E – P - A	
A quelles périodes de l'année (mois de l'année) : - Départ - Retour.....	J, F, M ... D	
Vous déplacez – vous avec la famille ?	O - N	
Indiquez vos localités (ou régions) d'accueil		
Quelles sont vos principales difficultés en déplacement ?		
Comment alimentez-vous votre troupeau : - Pâturages naturels herbacés seuls - Pâturages herbacés + Compléments - Pâturages herbacés + Ligneux + compléments	O - N O - N O - N	
Comment jugez-vous la qualité de vos pâturages: Indiquer les périodes correspondant à chaque appréciat° - Bons - Passables - Faibles		
Comment utilisez-vous le pâturage selon les saisons ?		
Quelles sont les espèces herbacées fourragères : - Que vous rencontrez le plus souvent - Que vous préférez pour vos animaux		

Vos pâturages ont-ils connu des changements majeurs dans le temps ? - Changements qualitatifs - Changements quantitatifs - A quelles fréquences	O - N O - N O - N	Lesquels ? (Inondation, Repousse, incendie) S ouvent - R are - j amais...
Utilisez – vous les ligneux fourragers pour alimenter vos animaux ?	O - N	
Quels ligneux fourragers utilisez – vous le plus pour alimenter vos animaux ? (Donner 3 à 4 espèces préférées)		
A quelles périodes de l'année, les utilisez – vous plus souvent ? (Saison Sèche Froide ; Saison Sèche Chaude ; Saison des Pluies)	SF- SC - SP	
Quelles parties des ligneux utilisez – vous pour l'alimentation de vos animaux (feuilles, gousses, fruits)	Fe- G- Fr	
Quelles sont les espèces ligneuses en voie de disparition dans votre Région (Donner 3 à 4 espèces)		
Quelles sont les espèces ligneuses en augmentation dans votre zone d'intervention (Donner 3 à 4 espèces)		
Quelles sont les principales causes de disparition des ligneux fourragers ?		
Quelles sont les principales causes d'augmentation des ligneux fourragers ? (bon hivernage, exploitation rationnelle, plantations...)		
Quelles sont les années les plus difficiles pour le cheptel, que vous avez connues dans votre zone ?		
Quelles sont les années les plus fastes que vous avez connues dans votre zone ?		
Quelles appréciations faites - vous de la pluviométrie de ces dernières années ? (Bonne, Normales, Faible)	B - N - F	

ANNEXE III

Recensement des « gallé » des UP de Malandou et LSA

UP	TP	Village	Nombre de Gallé	Nombre de Gallé enquêté
Malandou	Gourel	Wouro Sébo	1	1
		Wouro Sékourou	1	1
		Gassel	1	1
		Mboulidow	1	1
		Wouro Mamoudou	4	1
		Gourel	6	1
		Thiéwélé	10	1
	Malandou	Malandou	15	2
		Naiki Tokossel	4	1
		Naiki Mango	6	1
		Niarwel	8	1
	Fété Fowrou	Namari	22	2
		Fété Fowrou	22	2
		Loughéré Mbaba	11	2
		TOATAL	109	
	Oudalaye	Oudalaye	115*	Non enquêté
LSA	Loubol	LSA	42	8
		Patouki	19	4
		Tékinguel	9	2
	Loubi Nialbi	Sounatou	8	2
		Loubi Nialbi	7	2
	Bélél	Deyba	10	2
		Bélél	18	4
		Fété Niarwal	7*	Non enquêté
Total			225	42

ANNEXE IV

Détails de l'analyse séparée de chacun des 3 sites d'études : Malandou 1, 2 et 3

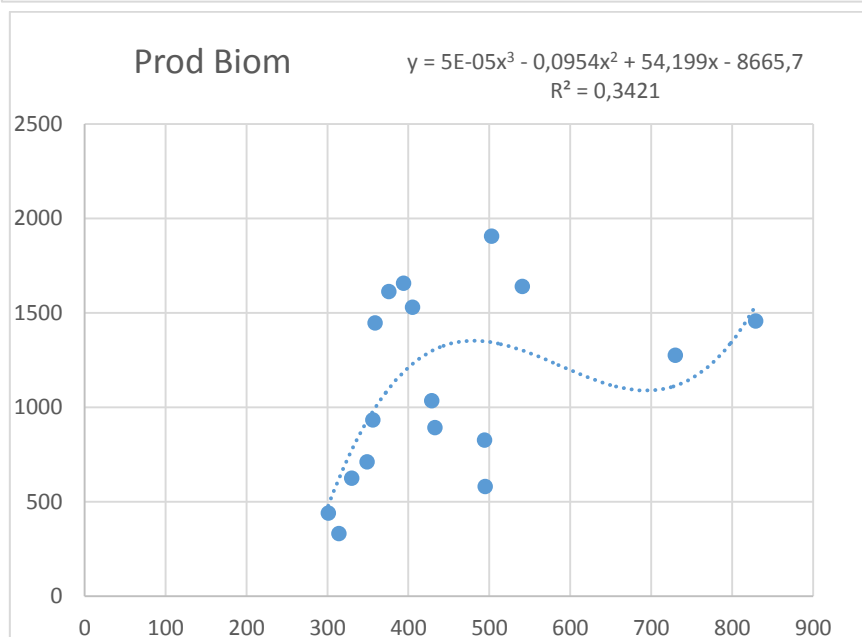
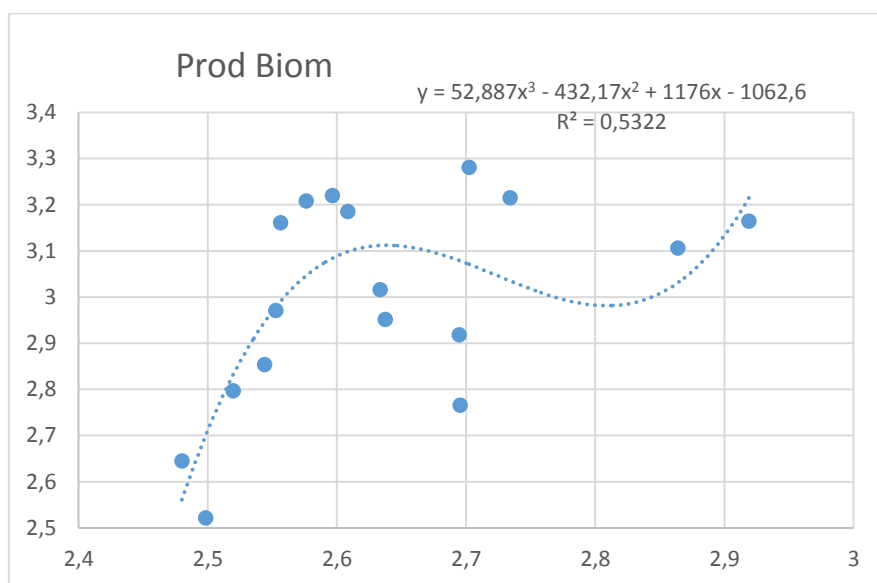
Pluviométrie et Production biomasse

(1)

Pluviom.	Prod Biom	Pluviom.	Prod Biom
541	1639	2,73399929	3,21484385
394	1656	2,5965971	3,21932251
356	933	2,55266822	2,97034688
301	440	2,48000694	2,64443859
330	625	2,51982799	2,79657433
405	1529	2,60852603	3,18469143
503	1906	2,70243054	3,28035069
433	892	2,63748973	2,95085146
314	331	2,49831055	2,52113808
349	712	2,54406804	2,85308953
495	581	2,69548168	2,76492298
429	1035	2,63346846	3,01535976
829	1457	2,91907809	3,16375752
359	1447	2,5563025	3,16076856
730	1275	2,86391738	3,10585067
494	826	2,6946052	2,91750551
376	1612	2,57634135	3,20763437

Pluviométrie et Production biomasse

(2)



Pluviométrie et Production biomasse

(3)

XLSTAT 2016.03.31199 - Lissage - Début : 02/11/2016 à 11:46:36

Ces résultats ont été générés avec la version gratuite de XLSTAT. Vous pouvez bénéficier de bien plus de fonctionnalités avec une version payante.

Séries temporelles : Classeur = Pluvio & SCS1- 2 - 3 - Moy.xlsx / Feuille = Feuil1 / Plage = Feuil1!\$G\$1:\$G\$18 / 17 lignes et 1 colonne

Données de date : Classeur = Pluvio & SCS1- 2 - 3 - Moy.xlsx / Feuille = Feuil1 / Plage = Feuil1!\$A\$1:\$A\$18 / 17 lignes et 1 colonne

Lissage : Exponentiel

Méthode : Simple

S1 : Y(1)

Alpha = 0,2

Intervalles de confiance (%) : 95

Statistiques descriptives :

Variable	Obs. avec donn ées	Obs. sans donn ées	Min	Maxi mum	Moy enne	Ecart -type
	Obser vatio ns	manq uant es	manq uant es	imu m		
Moy. Arr	17	0	17	331, 000	1906 ,000	1111 ,529 486, 996

Coefficients d'ajustement (Moy. Arr) :

Statistique	Valeu r
Observations	17,00 0
DDL	16,00 0
SCE	4928 411,5
MCE	43 3080

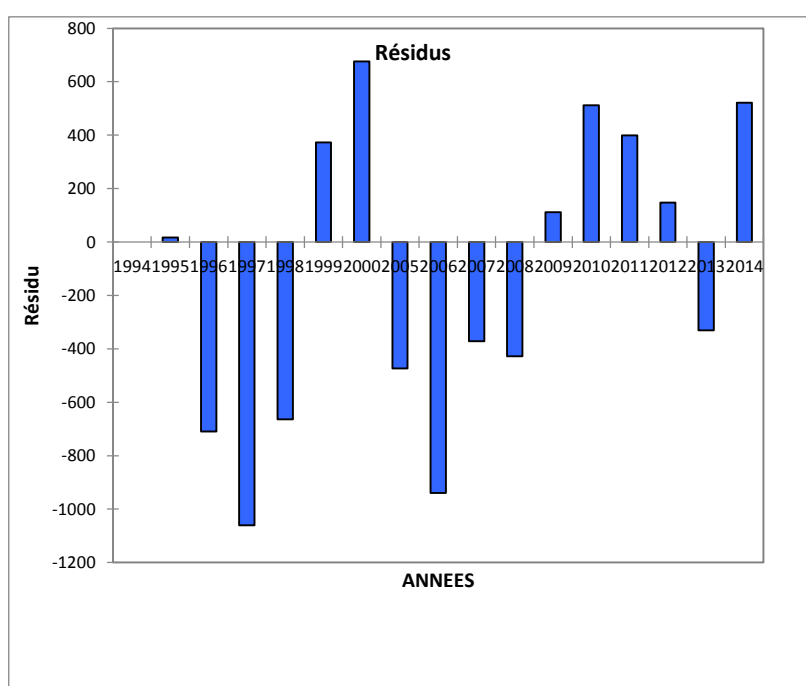
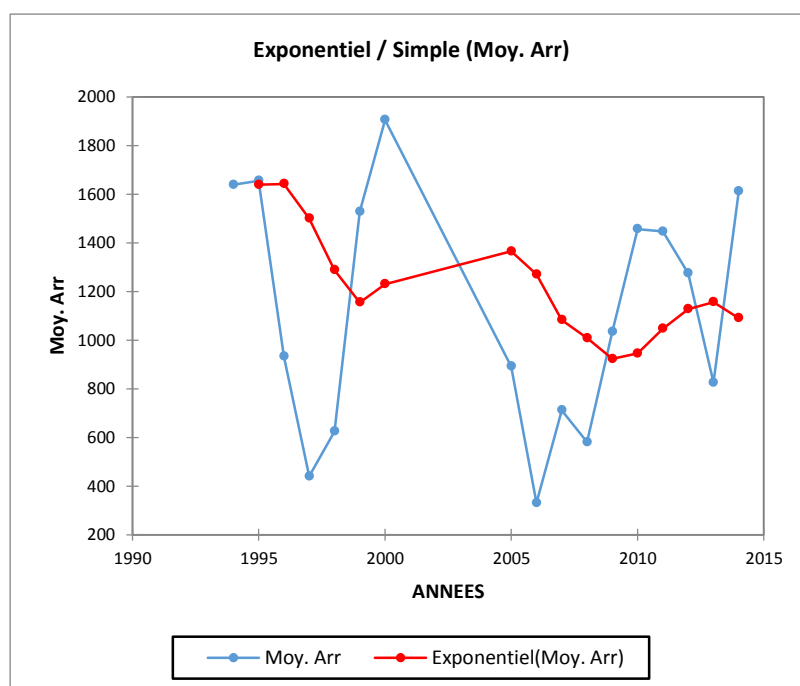
	25,72
	1
	555,0
RMCE	01
	69,01
MAPE	7
	-
	46,73
MPE	3
	483,3
MAE	23
R ²	

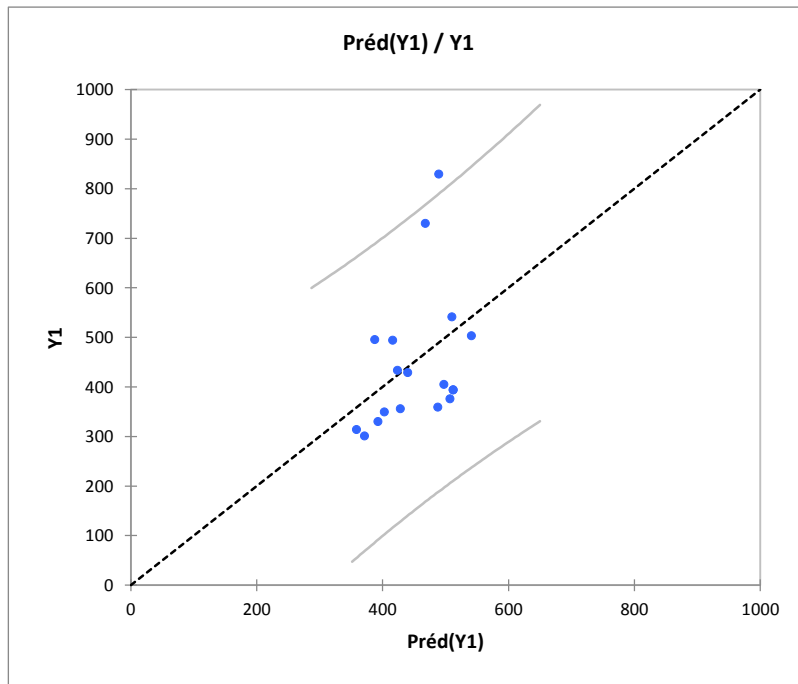
Série avant et après lissage (Moy. Arr) :

ANNEES	Exponentiel(Moy.		
	Moy. Arr	Arr)	Résidus
1994	1639,000		
1995	1656,000	1639,000	17,000
1996	933,000	1642,400	-709,400
			-
1997	440,000	1500,520	1060,520
1998	625,000	1288,416	-663,416
1999	1529,000	1155,733	373,267
2000	1906,000	1230,386	675,614
2005	892,000	1365,509	-473,509
2006	331,000	1270,807	-939,807
2007	712,000	1082,846	-370,846
2008	581,000	1008,677	-427,677
2009	1035,000	923,141	111,859
2010	1457,000	945,513	511,487
2011	1447,000	1047,810	399,190
2012	1275,000	1127,648	147,352
2013	826,000	1157,119	-331,119
2014	1612,000	1090,895	521,105

Pluviométrie et Production biomasse

(4)

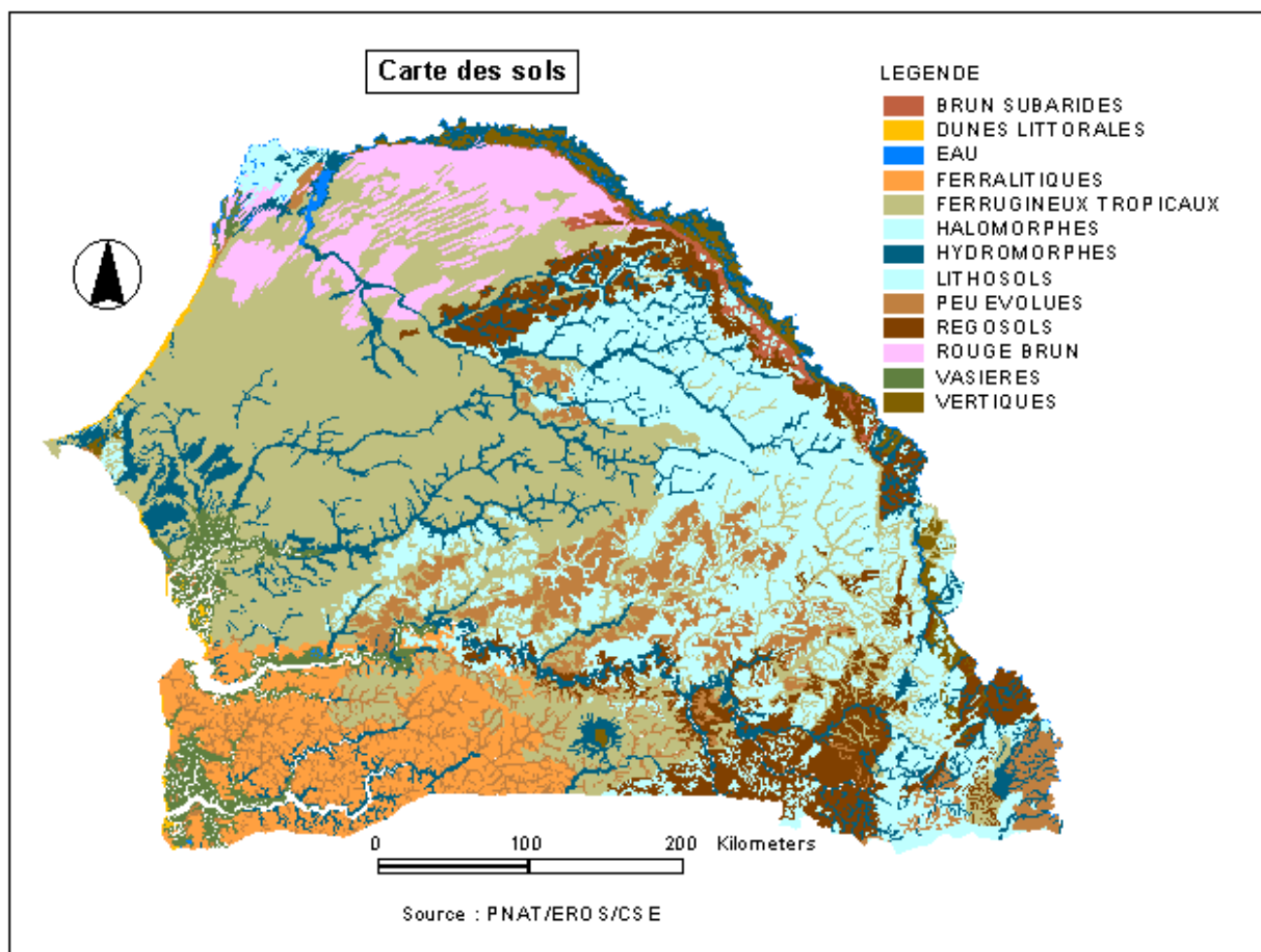




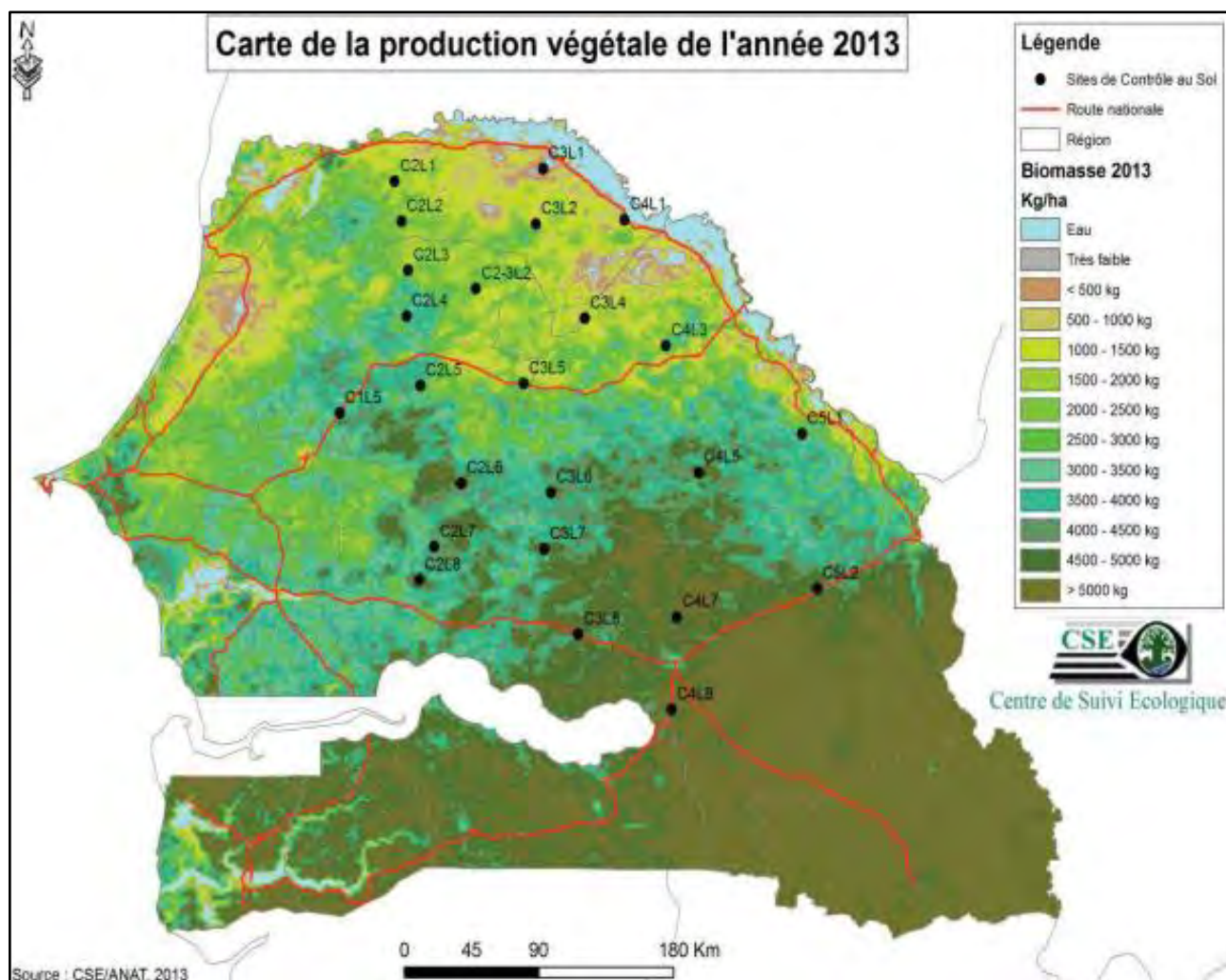
Annexe VI

Cartes écologiques du Sénégal (CSE)

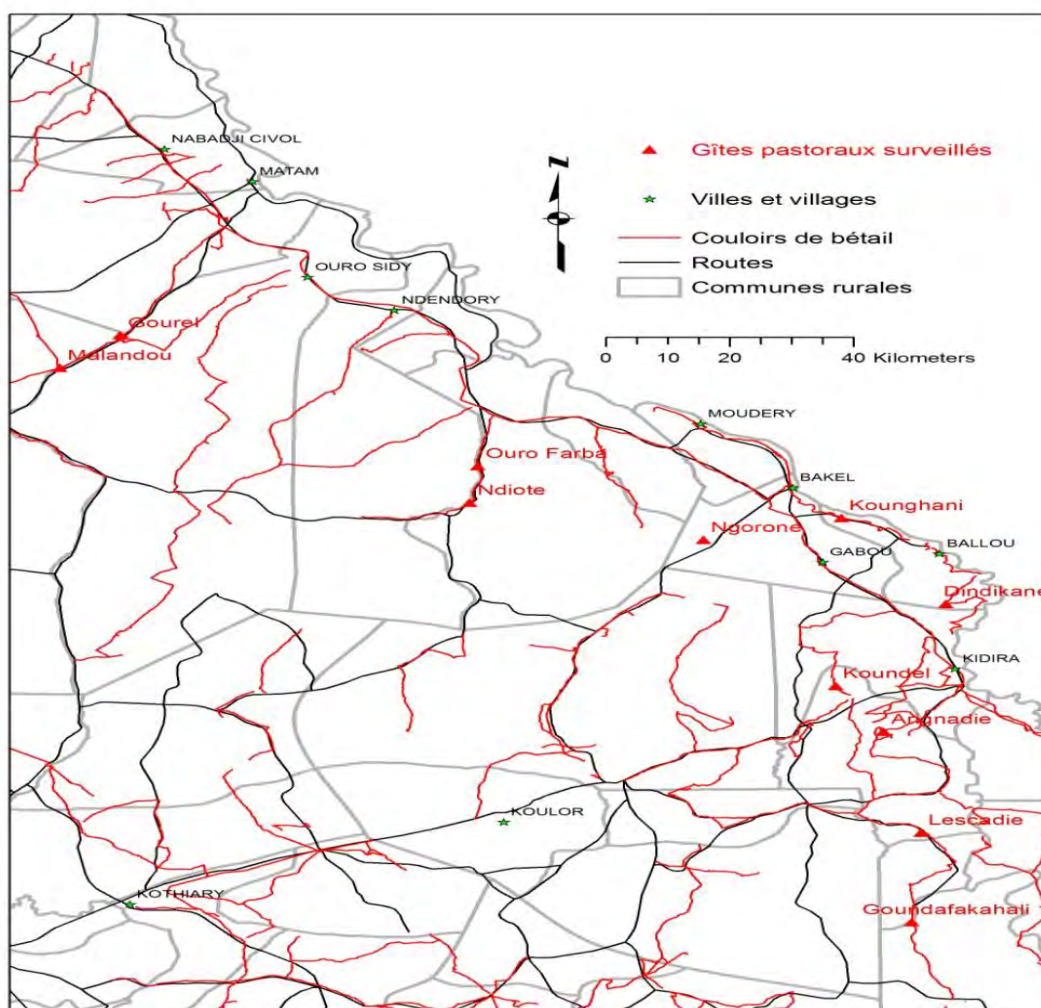
1- Carte des sols du Sénégal



2- Carte de la production végétale de 2013



3- Cartographie : Position des sites d'études



ANNEXE VII

Résultats d'Analyses bromatologiques (Laboratoire ISRA LNERV) et de mesures de ligneux dans le cadre du Projet Rivers

1- Composition chimique des ligneux analysés

Espèces	MS	MAT	MG	CB	NDF	ADF	ADL	MM	Ca	P
<i>Federbia albida</i>	72,09	13,07	3,83	20,04	43,71	36,61	18,14	8,90	0,55	0,11
<i>Acacia raddiana</i>	93,33	11,31	0,73	28,80	52,85	46,89	22,40	6,00	0,63	0,12
<i>Acacia seyal</i>	92,13	6,16	1,20	39,90	59,54	48,02	12,56	6,90	0,62	0,19
<i>Balanites aegyptiaca</i>	87,92	11,39	1,60	35,85	54,55	46,48	12,59	8,50	0,42	0,17
<i>Ziziphus mauritiana</i>	90,40	9,59	5,53	20,60	45,62	37,94	11,51	9,23	0,68	0,13
<i>Boscia senegalensis</i>	92,09	4,35	1,40	26,45	58,98	34,07	20,87	9,96	0,10	0,09
<i>Sterculia setigera</i>	91,78	11,83	1,14	23,17	49,65	34,68	13,35	13,99	0,11	0,20
<i>Combretum micratum</i>	90,10	10,12	1,76	26,59	60,86	37,95	23,13	8,56	1,18	0,83

2- Caractérisation des peuplements ligneux

Ligneux sites	Arbres							Buissons						
	Haut (m)	Surc (%)	Rec (%)	Rster (m ² h ⁻¹)	Rvbt (m ³)	Rbbt (t ha ⁻¹)	Rbf (kg ha ⁻¹)	Haut (m)	Surc (%)	Rec (%)	Rster (m ² h ⁻¹)	Rvbt (m ³)	Rbbt (t ha ⁻¹)	Rbf (kg ha ⁻¹)
Gourél O	6,4	5,6	5,5	1,2	178,0	224,9	254,2	2,2	1,7	1,5	0,4	24,6	24,5	101,2
Malandou	5,8	21,1	19,2	7,4	49,3	42,1	1218,0	1,6	7,5	4,9	1,6	54,0	49,4	341,8
Ndiote	5,8	6,6	6,5	3,1	486,2	684,2	239,5	1,6	1,7	1,6	0,4	14,7	14,3	50,7
Wourou F	5,3	3,4	3,4	0,7	13,4	12,7	130,4	1,8	7,7	7,2	0,9	54,3	51,1	231,6
Hamadji	5,2	13,3	13,0	2,9	848,9	1187,0	485,8	1,3	3,2	3,0	0,5	34,4	38,6	73,7
Koung'hany	6,2	8,0	7,8	1,7	46,9	50,4	454,2	1,7	0,6	0,5	0,1	6,4	6,7	19,0
Ngourone	6,5	5,7	5,7	4,5	209,8	282,9	286,1	1,5	3,8	3,8	0,6	32,5	31,7	121,2
Arignadié	8,6	23,5	22,9	13,1	2901,3	4112,3	801,4	2,3	10,0	8,5	2,3	62,5	61,1	314,2
Koundèl	7,9	9,2	9,2	3,6	1657,7	2353,8	473,8	1,8	7,5	5,9	1,1	59,8	59,7	222,6
Bancouba	7,0	10,7	10,7	7,1	1490,4	2101,0	639,3	2,2	2,1	1,6	0,6	18,1	17,8	92,7
Lescadié	6,7	11,7	10,8	6,3	1214,0	1719,6	374,7	1,6	11,1	8,5	1,1	47,0	44,9	228,7

haut : hauteur de la canopée, surc : somme de la superficie des couronnes, rec : somme du couvert, rster : surface terrière, rvbt : volume du bois, rbbt : masse du bois, rbf : masse des feuilles

ANNEXE VIII

Résultats globaux sur espèces ligneuses recensées dans les sites d'études

1- Contribution des espèces d'arbre à la masse de feuilles potentiellement produites sur les sites d'études (kg/ha)-
Rapport Mission Hiernaux P.

Espèces /Sites	Gourel Malandou		Ndiot OuroFarba		Dindikane	Kounghani	Ngorone	Arignadje	Kounguel Goundafa		Leskadje	Total	%
PTERLUCE		1200		82	20			187	92	220	138	1940	36,2
COMBGLUT	213	10		13	38		43	145	47	125	40	675	12,6
SCLEBIRR	9		50	9			150	54	187	8		467	8,7
ACACSEYA			96		257			63	20	8	10	453	8,5
ACACNILO						371						371	6,9
ADANDIGI			24				12	126		81	60	308	5,7
BALAAEGY			50	2	58	34	26			5	32	207	3,9
ANOGLEIO							4	91	18	35	56	204	3,8
MITRINER						4		74		91		170	3,2
ACACSENE			18		53		48		21			140	2,6
STERSETI	7				45				83			135	2,5
LANNACID								27		66	34	127	2,4
GUIESENE	11			20			3	3				38	0,7
GREWBICO			2					17				19	0,4
ZIZIMAU					15	2						17	0,3
ACACALBI						15						15	0,3
BAUHRUFE						15						15	0,3
PILIRETI						13						13	0,2
COMBMICR								13				13	0,2
COMBNIGR	7			4								11	0,2
ACACMACR		8										8	0,1
COMMAFRI	7											7	0,1
ACACRADD									6			6	0,1
LANNHUMI											5	5	0,1
Total	254	1218	240	130	486	454	286	801	474	639	375	5357	

2- Contribution des espèces de buisson et arbustes bas à la masse de feuilles potentiellement produites sur les sites d'études (en kg/ha)

Esp / Sites	Gourel Malandou		Ndiot OuroFarba		Dindikane	Kounghani	Ngorone	Arignadje	Kounguel Goundafa		Leskadje	Total	%
GUIESENE	20,3	163,1		184,7	13,0	0,0	54,8	98,1	0,5	17,6		552,0	30,7
COMBMICR	14,0	35,1		12,6	1,8			24,9	93,4	11,4	150,1	343,3	19,1
BALAAEGY	10,3		27,3		2,1	1,6	36,7	82,0	22,4	36,6	7,9	226,8	12,6
ACACSEYA			3,1		39,3			15,1	27,2	0,7	60,3	145,8	8,1
COMBGLUT	39,8			0,5	0,3		2,8	35,1	49,3	16,8	0,3	144,9	8,1
BOSCESENE	16,8	84,8		23,6								125,2	7,0
PTERLUCE		50,2							10,7		0,5	61,4	3,4
GREWBICO		0,0	5,1	9,9			7,1	30,4				52,5	2,9
FEREAPOD					12,0			24,4	2,2	8,2	0,3	47,1	2,6
ACACSENE			8,0				5,6		16,3	0,0		29,9	1,7
ZIZIMAU			7,2		1,6	1,3	11,4	4,2		1,4	0,2	27,2	1,5
GREWFLAV		8,7							0,5		9,1	18,3	1,0
ACACNILO						13,8						13,8	0,8
ACACALBI						2,0	2,8					4,9	0,3
ADENOBES		0,0			2,5							2,5	0,1
ACACRADD					1,1							1,1	0,1
ACACMACR				0,3								0,3	0,0
BAUHRUFE						0,2						0,2	0,0
ANOGLEIO									0,1			0,1	0,0
MITRINER						0,1						0,1	0,0
DICHGLOM					0,1							0,1	0,0
Total général	101,2	341,8	50,7	231,6	73,7	19,0	121,2	314,2	222,6	92,7	228,7	1797,4	100,0

Résumé

La présente étude est consacrée à «la détermination du potentiel fourrager dans les terroirs de transhumance de la Haute Vallée du Fleuve Sénégal ». Elle a été menée dans l'Unité Pastorale de Malandou qui est à cheval entre la Vallée et le Ferlo et dans onze (11) sites du Programme de Recherches, tous situés dans les régions de Matam et Tamba. Elle a porté sur la caractérisation de la strate herbacée à base de graminées du genre *Aristida spp.*, *Chloris spp.*, *Schoenefeldia...* et celle des ligneux dont les espèces les plus fourragères, sont de type *Acacia albida et acacia seyal*, *pterocarpus erinaceus...* L'étude a également procédé à l'évaluation des ressources fourragères sur l'ensemble de la zone. Les résultats et éléments d'enquêtes ont été traités par les logiciels « Sphinx plus » et « XL STAT. Des productions de biomasse herbagère, en moyenne de 1087 Kg MS/ha, correspondent à des capacités de charge de 0,18 et 0,24 UBT/ha/an, soit, 4 et 6 ha UBT/an, respectivement en zones Nord et Sud, ont été enregistrées.. Les arbres et arbustes affichent des hauteurs de canopée moyennes de : 6, 5 m, et 1,8 m ainsi que des quantités de feuillage totales qui varient de 487 à 801 kg/ha/an (arbres) et de 18 à 342 kg /ha/an (arbustes). Bien que les valeurs nutritives de ces ligneux fourragers découlant des analyses de laboratoire effectuées, sont généralement correctes, voire très bonnes (1 UF et 110 grs de MAD/kg de MS), leur accessibilité aux animaux, reste limitée. L'analyse des Capacités de Charge, révèle que seuls 45 à 55% des besoins fourragers du cheptel résidant dans les 11 sites d'études, sont couverts, justifiant la nécessité d'envisager des stratégies basées sur une meilleure valorisation des ligneux fourragers, un recours judicieux aux résidus de récolte mais aussi et surtout, une organisation parfaite de la transhumance dans ces zones. Cette étude, a également, cherché à mettre en relation, la Production herbagère à la pluviométrie enregistrée dans la partie nord mais aussi la biomasse foliaire à la hauteur de canopée. Les corrélations trouvées ont été peu significatives ($R^2 = 0,0374$; $R^2 = 0,2402$) et, en définitive, seules 2 équations de prédiction ont été retenues, à savoir : (i) Biomasse Herbacée Produite en kg MS/ha = B.H.P. = $2,52 * \text{Pluviométrie en mm (P)}$. et (ii) Biomasse Foliaire Produite (en kg/ha) = B.F.P. = $189,99 X \text{ Hauteur canopée (en m)} - 880,18$; avec $R^2 = 0,7542$.

THESIS TITLE: EVALUATION OF PASTORAL POTENTIAL IN TRANSHUMANCE TERROIRS OF SENEGAL UPPER RIVER VALLEY

Summary

The present study is devoted to "the determination of the forage potential in the transhumance terroirs of the Upper Valley of the River Senegal". It was conducted in the Pastoral Unit of Malandou which straddles the Valley and the Ferlo area and in eleven (11) sites of the Program Research, all located in the regions of Matam and Tamba. It focused on the characterization of the grass herbaceous stratum of the genus *Aristida spp.*, *Chloris spp.*, *Schoenefeldia ...* and that of the most forage species are *Acacia albida and acacia seyal*, *pterocarpus erinaceus....* The study also assessed forage resources throughout the area. The results and survey elements were processed by the "Sphinx plus" and "XL STAT" software. Production of grassland biomass, on average 1087 kg DM / ha, corresponding to a loading capacity of 0.18 and 0.24 UBT / ha / year, equivalent to 4 and 6 ha /UBT / year, respectively in the North and South, have been recorded. Trees and shrubs show average canopy heights of 6.5 m and 1.8 m and total foliage ranging from 487 to 801 kg / ha / year (trees) and from 18 to 342 kg / ha / year (shrubs). Although the nutritive values of these forage crops resulting from the laboratory tests carried out are generally correct or even very good (1 UF and 110 grs of MAD / kg of DM), their accessibility to animals remains limited. The analysis of Load Capacities reveals that only 45 to 55% of the forage needs of the livestock reside in the 11 study sites are covered, justifying the need to consider strategies based on better recovery of forage trees and a perfect organization of transhumance in these areas. This study also sought to relate grassland production to rainfall recorded in the northern part but also to the foliar biomass at canopy height. The correlations found were not significant ($R^2 = 0.0374$; $R^2 = 0.2402$) and, ultimately, only 2 prediction equations were retained, namely: (i) Biomass Herbaceous Produced in kg MS / ha) = B.H.P. = $2.52 * \text{Rainfall in mm (P)}$. And (ii) Foliar Biomass Produced = $\text{F.B.P.} = 189.99 X \text{ Canopy height} - 880.18$; with $R^2 = 0.7542$.

Discipline: Pastoralisme

MOTS CLES : Ressources fourragères ; transhumance ; Haute Vallée du Fleuve Sénégal ; biomasse herbagère ; ligneux fourragers ; capacité de charge; équations de prédiction
