

Parcours du bassin versant de la Bagoé en zone soudanienne du Mali : quel bilan-état dans un contexte agricole en profonde mutation ?

Fousseni Diallo^{1*}, Mamadou Oumar Diawara², Alassane Ba³, Sory Sissoko²,
Abdoul Kader Koné⁴, Nouhoum Coulibaly³, Sidi Oumar Traoré⁴ & Drissa
Diallo^{5†}

¹Laboratoire de Toxicologie et Contrôle de Qualité Environnementale (LTCQE), Laboratoire Central Vétérinaire (LCV), BP 2295 Bamako, Mali.

²Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), Colline de Badalabougou, B.P. 3206 Bamako, Mali.

³Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA) de Sotuba, BP : 262, Bamako, Mali.

⁴Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRRA) de Sikasso, BP : 16 Sikasso, Mali.

⁵Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), Koulikoro, Mali.

*Auteur correspondant : foudial@yahoo.fr

Résumé

Au Mali, l'élevage est majoritairement extensif. Les pratiques pastorales basées sur la mobilité des troupeaux ne permettent plus de répondre efficacement aux problèmes d'alimentation et d'abreuvement des animaux. Situé dans la région de Sikasso au Mali-sud, le bassin versant de la Bagoé a un climat de type soudanien voire pré-guinéen. Dans cette zone, les ressources pastorales sont sous la double pression des facteurs climatiques et anthropiques. Cette étude se propose de faire un bilan-état des ressources fourragères dans le bassin versant de la Bagoé dans un contexte agricole en profonde mutation. La démarche adoptée est basée sur des enquêtes auprès d'un groupe d'agro-éleveurs couplées à une caractérisation de la structure et de diversité floristique des strates ligneuse et herbacée dans trois agro-pastoraux situés dans le bassin versant. Les premiers résultats montrent que les ressources fourragères présentent une faible diversité de la flore avec seulement 34 espèces ligneuses et 27 herbacées. Les formations étudiées sont dominées par les savanes arbustives parsemées de grands arbres. Les rejets contribuent en moyenne à 76,32% à la formation du peuplement ligneux. Cette dominance des Nanophanérophytes montre la forte pression sur les grands arbres. Les agro-éleveurs de la zone d'étude ont rapporté une augmentation substantielle des effectifs de bétail particulièrement des transhumants observée ces dernières années. L'analyse des indices de végétation NDVI pour la période 2002 – 2021 révèle cependant une tendance quasi stable à Nièna (+1%) et une tendance à la hausse de la production végétale à Dembela (+7%). Elle révèle à l'inverse, une tendance à la baisse à Blendio (-3%).

Mots-clés: ressources fourragères, variabilité climatique, bassin versant, Bagoé, Mali

Abstract - The Bagoé watershed in the Sudanian zone of Mali: what is the status report in an agricultural context undergoing change?

In Mali, livestock production is mainly extensive. Pastoral practices based on the mobility of herds no longer provide an effective response to the problems of feeding and watering animals. Located in the Sikasso region of southern Mali, the Bagoé water shed has a Sudanian or even pre-Guinean climate. In this area, pastoral resources are under the double pressure of climatic and anthropic factors. This study aims to assess the state of forage resources in the Bagoé water shed in an agricultural context undergoing profound change. The approach adopted is based on surveys of a group of agro-pastoralists coupled with a characterization of the structure and floristic diversity of the woody and herbaceous strata in three agro-pastoral areas located in the water shed. The first results show that the forage resources present a low diversity of flora with only 34 woody and 27 herbaceous species. The rangelands studied are dominated by shrubby savannas dotted with large trees. Seedlings contribute an average of 76.32% to the woody stand. This dominance of Nanophanerophytes shows the strong pressure on large trees. Agro-pastoralists in the study area reported a substantial increase in livestock numbers, particularly transhumant livestock, in recent years. Analysis of the NDVI vegetation indices for the period 2002 - 2021 reveals, however, an almost stable trend in Nièna (+1%) and an increasing trend in vegetation production in Dembela (+7%). Conversely, it shows a downward trend in Blendio (-3%).

Keywords: forage resources, climate variability, water shed, Bagoé, Mali

Date of Submission: 14-10-2022

Date of Acceptance: 29-10-2022

I. Introduction

Au Mali comme dans la plupart des pays de la sous-région Ouest-africaine, le sous-secteur de l'élevage joue un rôle important dans le développement socio-économique (Mulumba *et al.*, 2008). Il contribue à hauteur de 15,2% du PIB national et est le 3^{ème} contributeur aux recettes d'exportations du Mali, après l'or et le coton (DNPIA, 2021). Il assure à 80% les revenus des pasteurs et 18% pour les agro-pasteurs et est la principale source de revenus pour plus de 30% de la population malienne (INSTAT, 2021). Son cheptel bovin est estimé à 12 111 128 têtes dont la majorité est répartie entre les régions de Mopti 27,64% ; Sikasso 15,74% et Koulikoro 14,16% (DNPIA, 2020).

La sédentarisation des pasteurs et l'épargne des revenus du coton dans les bovins ont fortement contribué à l'accroissement des effectifs de bétail en général et ceux des bovins en particulier dans la zone cotonnière du Mali (Ba, 2011).

L'élevage dans la zone soudanienne comme dans les autres régions naturelles du pays est basé sur l'exploitation des pâturages naturelles (Ba *et al.*, 2022). Au cours des trois dernières décennies, l'emprise sur les terres dans les zones pastorale et agro-pastorale s'est beaucoup intensifiée (Coulibaly *et al.*, 2009). La croissance démographique a été accompagnée d'une forte pression sur les ressources naturelles en général et les terres de parcours en particulier, limitant ainsi l'accès du bétail aux ressources pastorales (Coulibaly *et al.*, 2009).

De l'irrégularité dans la distribution des pluies (Traoré *et al.*, 2022) et de la crise sécuritaire qui sévit au Mali depuis 2012 (Prévost, 2021), résulte une migration des troupeaux et des pasteurs qui en vivent, des régions nord et centre du pays vers les zones plus humides au sud exacerbant ainsi les capacités d'accueil de ces dernières (Konaré, 2022).

Les mutations environnementales en cours dans le bassin versant de la Bagoé situé entre les zones soudanienne et guinéenne du Mali (Haider *et al.*, 2018) soulèvent la question de la responsabilité des troupeaux allochtones dans la dégradation des parcours et plus globalement celle de la viabilité de l'élevage pastoral au Mali-sud (Coulibaly *et al.*, 2009) où l'intégration agriculture-élevage est indispensable à la durabilité des systèmes de productions agricoles (Blanchard, 2010; Sanogo, 2011). La présente étude vise à caractériser la diversité et la structure de la végétation des parcours soudaniens du bassin versant de la Bagoé.

II. Matériel et Méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant de Korola est un sous bassin versant de la Bagoé, plus précisément du moyen Bagoé. Il couvre 1245,3km² dans le cercle de Sikasso (Figure 1). Sur le plan administratif, le sous bassin versant de Korola est réparti entre les sous-préfectures de N'Kourala (partie amont), de Nièna et Blendio (partie aval).

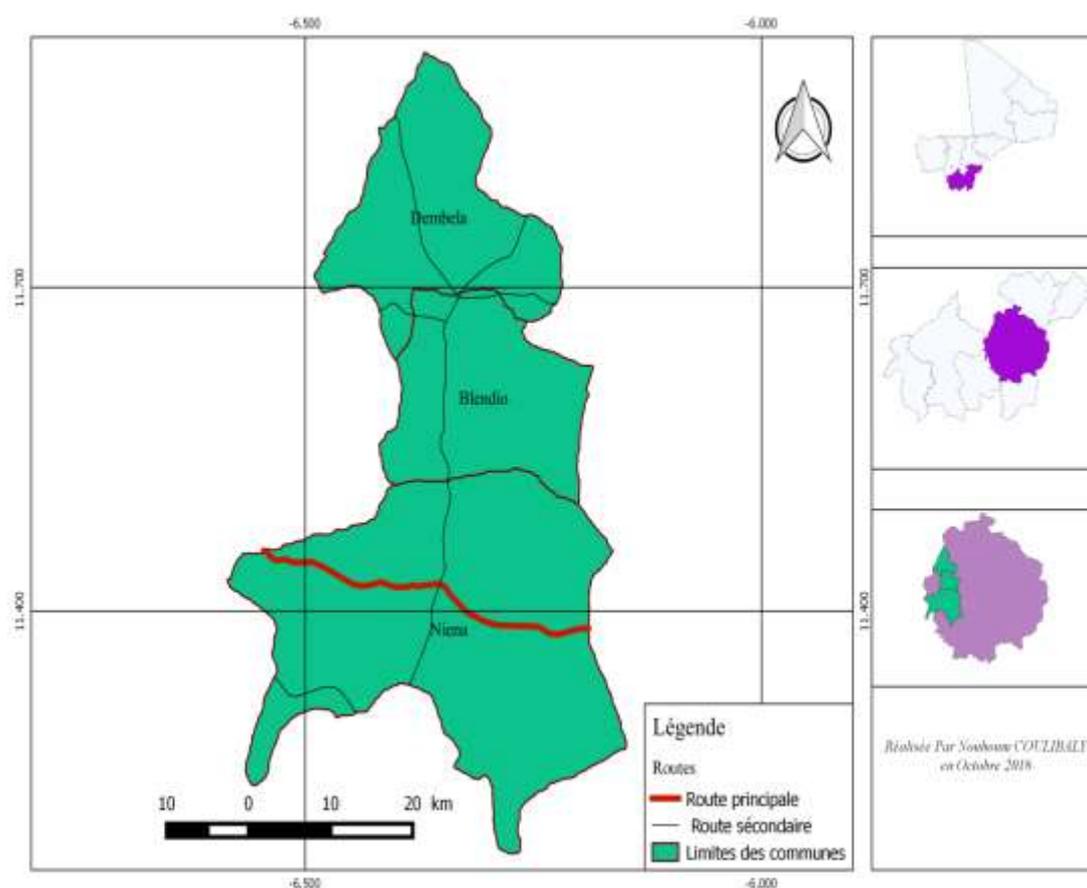


Figure 1: Localisation des sites de l'étude au Mali-sud

Le sous bassin versant de Korola comme la majeure partie du bassin versant de la Bagoé est soumis à un climat soudanien caractérisé par une saison des pluies de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. La température moyenne mensuelle la plus forte est enregistrée au cours de la période mars - avril (37,5 - 37,4°C) et la plus faible au mois d'août (29,9°C). Pendant 36 ans, les températures moyennes mensuelles maximales restent toujours inférieures à 40°C (DNMM, 2021). La zone se caractérise par une forte variabilité inter-annuelle des hauteurs de pluies (754,7 mm en 1983 et jusqu'à 1552,8 mm en 2016).

2.2 Caractérisation de la structure de la végétation

La méthode de dénombrement dans des placettes circulaires (Hiernaux & Diarra, 1993) a été utilisée pour estimer la densité de la végétation ligneuse. Au total 24 placettes de 314 m² par sites ont été délimitées. A l'intérieur de chaque placette, tous les individus ont été dénombrés et décrits. Les mesures ont porté sur des paramètres comme la hauteur, la circonférence à 40 cm du sol, la projection du houppier mais aussi l'état phénologique de chaque individu (Sarr *et al.*, 2021). Parallèlement à ces mesures dendrométriques, des enquêtes ont été menées auprès des agro-éleveurs sur l'impact des pratiques d'élevage sur les formations naturelles dans le sous bassin versant de la Bagoé.

C'est la méthode des points quadra alignés qui a été retenue pour la détermination de la liste floristique des herbacées (Daget et Poissonet, 1971). Elle consiste à tendre un ruban sur une distance de 20m au-dessus du tapis herbacé, et tous les 20 cm, une tige métallique est enfoncée verticalement dans la végétation. Toutes les espèces en contact avec la tige sont recensées. Chaque espèce est notée une seule fois par point de relevé afin de permettre une estimation de la proportion des espèces en projection au sol.

2.3 Dynamique de la production végétale

La dynamique de la production végétale dans les terroirs d'étude a été suivie à partir de l'analyse des valeurs de l'indice de végétation NDVI (Normalisation Difference Vegetation Index) pour la période 2002-2021. Le produit utilisé (vegetation indices 16 days L3 Global 250 m) est calculé à partir des produits de réflectances terrestres de base qui ont été corrigés des effets atmosphériques et géométriques (Tucker, 1979). Les produits comportent 2 indices (NDVI et EVI) et 10 canaux pour chaque image (Sarr & Lacaze, 2008). Le

choix a porté sur le canal NDVI et chaque image fournie correspond à une synthèse temporelle des NDVI (enregistrements effectués sur 16 jours). Le calcul de la production de matière verte à partir des valeurs maximales de NDVI, moyennées sur 16 jours pendant la phase de croissance et les données sont obtenues via le site (<http://daac.oma.gov/modiswebservice>).

2.4 Évaluation de la perception communautaire sur les changements environnementaux

Les enquêtes sur la perception des communautés sur les changements environnementaux ont été conduites dans 15 villages identifiés comme des zones de concentration du bétail. Ces villages sont repartis dans les trois terroirs (Blendio, Dembela et Nièna). La collecte des informations a été effectuée auprès de 7 pasteurs, 38 agro-éleveurs et 55 agriculteurs. Des entretiens ont été organisés pour collecter des informations sur la perception des communautés sur l'évolution de l'espace pastoral et les causes des changements intervenus dans le milieu.

2.5 Analyse des données

2.5.1 Estimation de la diversité et de la densité du peuplement ligneux

L'analyse de la végétation ligneuse a porté dans un premier temps sur le nombre d'individus dénombrés dans chaque placette, rapportée à la superficie d'un ha. Dans un second temps, une stratification par classe de hauteur et de circonférence a été effectuée. Les types biologiques utilisés dans cette étude sont ceux définis par Raunkiaer (1937). Pour la hauteur, trois classes ont été considérées : les Mesophanérophytes : tous les individus de hauteur comprise entre 8 et 30 m et plus ; les Microphanérophytes : les individus dont la hauteur est comprise entre 2 et 8 m ; les Nanophanérophytes : les individus dont la hauteur est inférieure à 2 m.

Trois classes ont été également considérées pour déterminer la structure de la strate ligneuse selon la circonférence. Dans cette étude, sont considérés comme : rejets : tous les individus dont la circonférence est inférieure à 10 cm ; arbustes : les individus dont la circonférence est comprise entre 10 et 30 cm ; arbres : les individus dont la circonférence est supérieure à 30 cm.

2.5.2 Analyse de la diversité floristique des herbacées

Les données collectées ont permis de déterminer la contribution spécifique de chaque espèce (CSi) à la formation du tapis herbacé. Cette variable couramment utilisée dans la caractérisation des couverts végétaux est définie comme étant le rapport de la fréquence spécifique (FSi) de l'espèce considérée à la somme des FSi de toutes les espèces recensées sur 100 relevés (Yaméogo *et al.*, 2013). Cette contribution est donnée par la formule de Boudet (1991) :

$$CSi = \frac{FSi}{\sum FSi} \times 100 \quad (1)$$

2.5.3 Estimation de la valeur pastorale

Elle a été calculée à partir de la composition floristique, de la contribution spécifique (CSi) et l'indice de qualité spécifique (IS) des espèces. Les valeurs de l' IS s'obtiennent en faisant une analyse bromatologique ou en établissant une échelle de notation de 0 à 4 en fonction de la perception des bergers (Sawadogo, 2011), approche retenue dans cette étude. La formule suivante a été utilisée pour calculer la valeur pastorale :

$$VP = 1/5 \sum CSi \times IS = 0,2 \times \sum CSi \times IS \quad (2)$$

Avec CSi = contribution spécifique et IS = indice spécifique.

III. Résultats

3.1 Structure de la végétation ligneuse

La stratification montre que la végétation ligneuse sur les sites de l'étude est dominée par les Nanophanérophytes, suivie par les Microphanérophytes. Les Mesophanérophytes sont globalement peu présentes sur les sites (Figure 2).

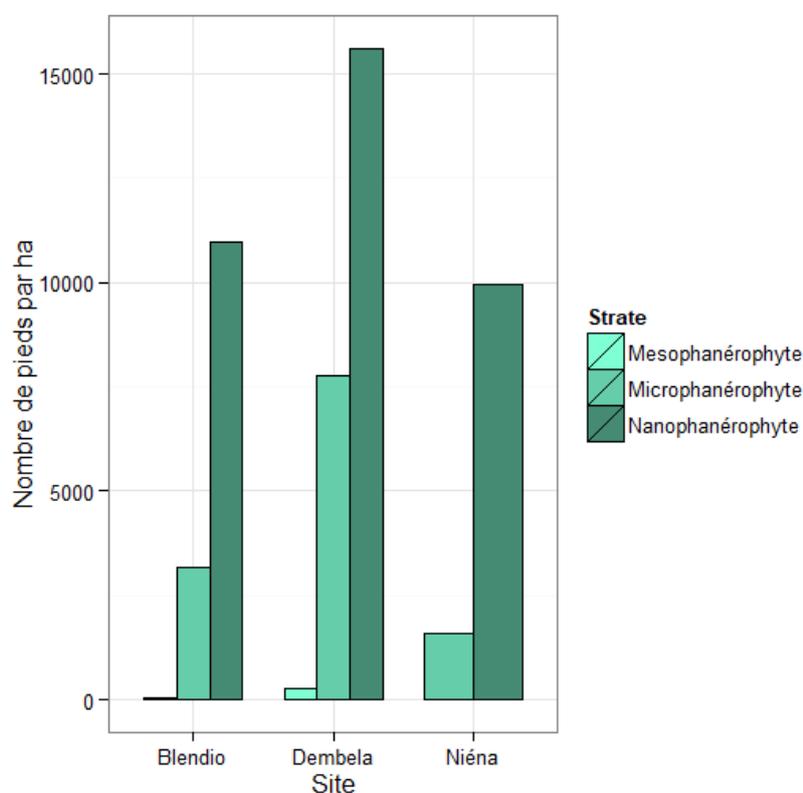


Figure 2:Densité du peuplement ligneux en fonction de la strate

Avec 15605 pieds/ha, les Nanophanérophytes représentent la strate avec la densité la plus élevée à Dembela pour une contribution de 66,04%. Quant aux Microphanérophytes, elles contribuent à 32,88% avec une densité de 7771 pieds/ha sur le même site. Les Mesophanérophytes sont faiblement denses (seulement 255 pieds/ha) pour une contribution de 1,08% toujours sur le même site. La densité de la strate ligneuse du site de Blendio a été dominée par les Nanophanérophytes soit 10987 pieds/ha pour une contribution spécifique de 77,35% contre 3115 pieds/ha des microphanérophytes avec une contribution de 22,47%. La densité des Mesophanérophytes a été la plus faible avec 32 pieds/ha d'une contribution de 0,22%. ANiéna, le peuplement ligneux est principalement composé de Nanophanérophytes et de Microphanérophytes avec respectivement 9968 et 1592 pieds/ha avec des contributions de 85,56% et 13,67%. Une analyse de la densité en fonction de la circonférence montre que la strate ligneuse est dominée par des rejets (Figure 3).

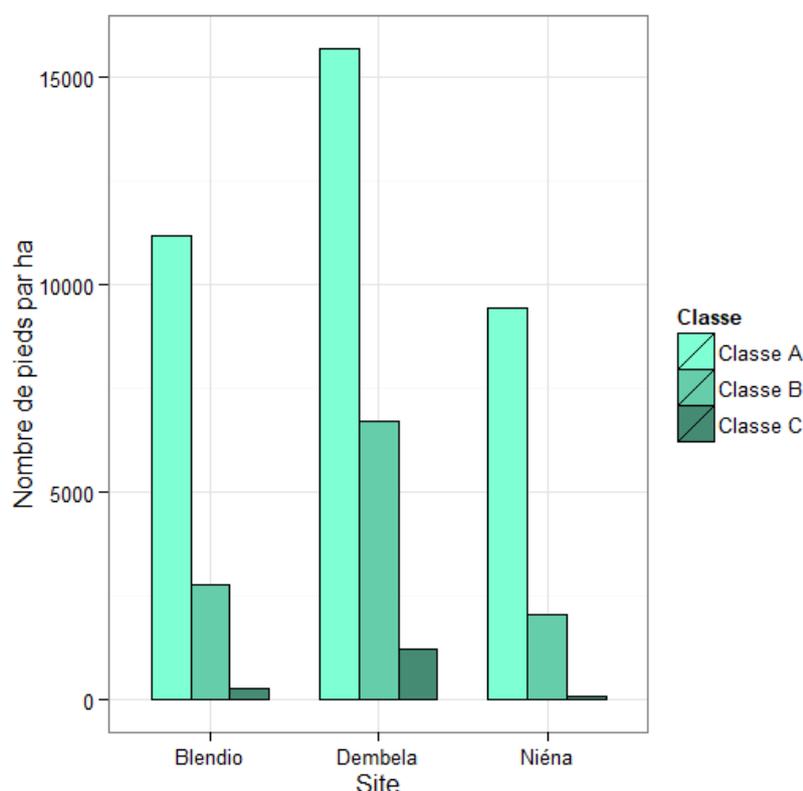


Figure 3: Densité du peuplement ligneux en fonction de la circonférence

Le peuplement ligneux est dominé par les rejets, des individus dont la circonférence est inférieure à 10 cm (Classe A). A l’opposé, on note une faible densité dans la Classe C sur tous les sites. La Classe B présente une densité intermédiaire. La densité ligneuse est globalement plus élevée à Dembela suivie de celles des sites de Blendio et de Nièna.

3.2 Richesse spécifique du peuplement ligneux

Le tableau 1 présente les densités et les contributions spécifiques au peuplement ligneux dans les trois terroirs.

Tableau 1: Densité et contribution des familles à la formation du peuplement ligneux

Famille/Site	Blendio		Dembela		Nièna	
	Nombre de pieds/ha	Csi (%)	Nombre de pieds/ha	Csi (%)	Nombre de pieds/ha	Csi (%)
Anacardiaceae	382	2,91	-	-	-	-
Annonaceae	732	5,58	2452	11,09	32	0,28
Celastraceae	-	-	955	4,32	-	-
Cesalpiniaceae	-	-	-	-	191	1,67
Combretaceae	7389	56,31	13153	59,51	10510	91,66
Euphorbiaceae	-	-	32	0,16	-	-
Légumineuseae	4618	35,20	3121	14,12	701	6,11
Mimosaceae	-	-	-	-	32	0,28
Olacaceae	-	-	382	1,73	-	-
Sapotaceae	-	-	541	2,44	-	-
Tiliaceae	-	-	1465	6,63	-	-

La famille des combretacées contribue à plus de la moitié à la formation de la végétation ligneuse. A Nièna, cette contribution est de 91,66% du peuplement ligneux. Elle est suivie par la famille des légumineuseae qui représente 35,20 ; 14,12 et 6,11% respectivement à Blendio, Dembela et Nièna. La richesse spécifique totale est de 43 espèces à Dembela, 34 à Blendio et 25 à Nièna.

3.3 Structure et composition de la végétation herbacée

Les relevés floristiques ont permis d’inventorier 35 espèces d’herbacées à Blendio, 19 espèces à Dembela et 26 à Nièna. Elles sont réparties dans trois grandes familles. La contribution de ces familles à la formation de la strate herbacée est présentée dans la Figure 4.

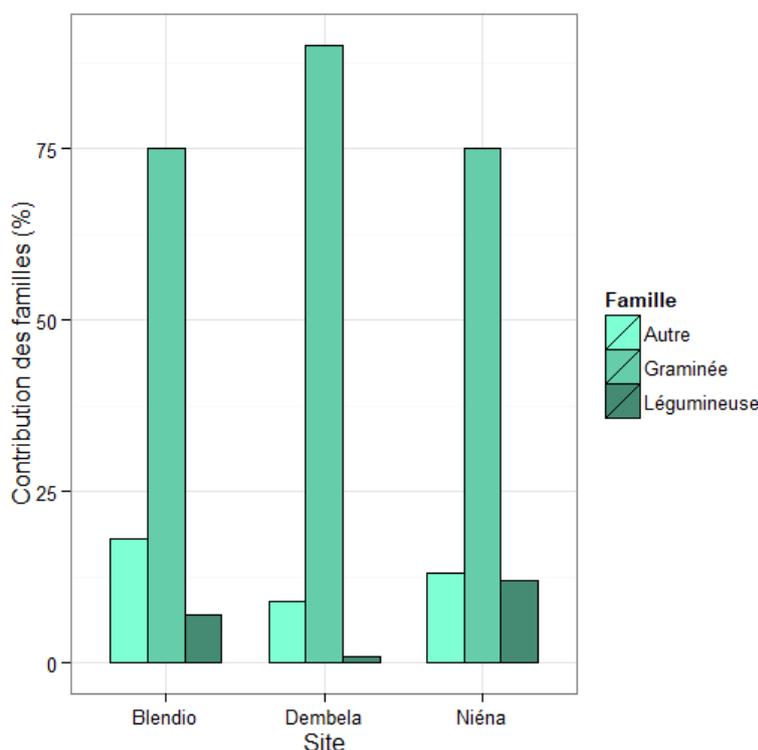


Figure 4: Contribution des familles à la formation du tapis herbacé

La famille des graminées a été la plus dominante sur les trois sites avec une contribution de 75% à Blendio et Nièna et jusqu'à 90% à Dembela. La famille faiblement représentée a été celle des légumineuses pour des contributions de 7%, 1% et 12% respectivement à Blendio, Dembela et Nièna.

35 espèces ont été inventoriées pour la strate herbacée à Blendio. Les espèces dominantes sur ce site ont été *Loudetia togoensis* (16,72%), *Andropogon pseudapricus* (14,20%) et *Pennisetum pedicellatum* (11,69%). A l'opposé, *Andropogon gayanus* (0,27%), *Zornia glochidiata* (0,14%) et *Panicum laetum* (0,54%) ont été les espèces moins présentes dans cette savane arbustive.

Au total il a été recensé 19 espèces d'herbacées à Dembela dont les plus dominantes ont été *Loudetia togoensis* (44,65%), *Microchloa indica* (15,61%) et *Andropogon pseudapricus* (9,48%). Par contre *Pennisetum pedicellatum* (0,20%) et *Dactyloctenium aegyptium* (0,80%) ont été les plus faiblement présentes sur ce site. Il est important de signaler que *Lippia chevalieri*, *Cymbopogon giganteus*, *Zizachirium sanguinum* sont en voie de disparition.

La flore herbacée à Nièna (26 espèces) a été dominée principalement par *Schoenofeldia gracilis* (28,94%), suivie de *Microchloa indica* et *Bracharia deflexa* avec respectivement 15,90% et 11,41%. Les espèces les moins dominantes ont été *Andropogon gayanus* (0,41%), *Panicum laetum* (1,02%) et *Sporobolus festivus* (1,43%). Les valeurs pastorales obtenues par famille sur les trois sites sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Valeurs pastorales (%) des pâturages des sites de l'étude

Famille/Site	Blendio	Dembela	Nièna
Autres	1,69	2,65	0,24
Graminée	33,20	35,76	28,62
Légumineuse	1,06	0,00	2,81
Total (%)	35,95	38,41	31,67

La valeur pastorale du site de Dembela (38,41%) est plus élevée que celles des deux autres sites, 31,67 et 35,95% respectivement à Nièna et à Blendio. Evaluée en fonction de la famille botanique, celle des graminées ont été les plus élevées sur les trois sites de l'étude.

3.4 Perception des communautés sur l'évolution des ressources pastorales

L'analyse des données sur la perception des communautés sur l'évolution des ressources pastorales dans le sous bassin versant de Korola révèle que pour 55% des enquêtés, la réduction des terres dédiées aux parcours est la principale cause des changements survenus dans le milieu (Figure 5).

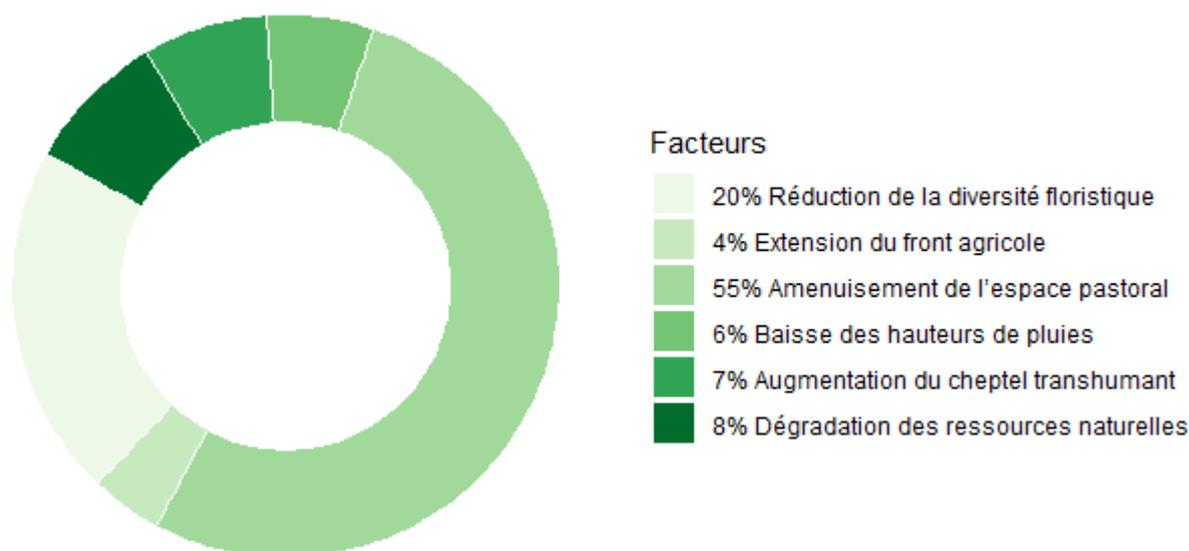


Figure 5 : Perception communautaire sur l'évolution des ressources pastorales

Les principales causes évoquées sont entre autres la pression agricole sur les sols fertiles et la croissance démographique. 20% des enquêtées ont remarqué la diminution de la flore à travers la disparition de certaines espèces ligneuses et herbacées telles que *Cymbopogon giganteus*, *Gymnosporia africana*, *Oxyantherarta abyssinica*. Pour eux, les principales causes de ces changements environnementaux sont les aléas climatiques et les facteurs anthropiques. D'autres constats ont été faits par la communauté notamment l'augmentation des effectifs des troupeaux transhumants (7%) et la dégradation des ressources naturelles (8%). Dans la zone d'étude, le maximum de production végétale intervient en octobre. Le tableau 3 présente la variation de l'indice NDVI sur les sites de l'étude au cours des 20 dernières années.

Tableau 3: Production végétale moyenne (NDVI) dans la zone d'étude de 2002 à 2021

Statistique/Site	Blendio	Dembela	Nièna
Moyenne	0,73	0,75	0,73
Ecart-type	0,05	0,06	0,03
CV (%)	7,16	8,23	4,52
Pente	-0,003	0,007	0,001

La production végétale est relativement homogène dans la zone d'étude avec une faible variation interannuelle. L'analyse des indices de végétation NDVI au cours des 20 dernières années (2002 – 2021) révèle une tendance quasi stable à Nièna (+1%) et une tendance à la hausse de la production végétale à Dembela (+7%). Elle révèle à l'inverse, une tendance à la baisse à Blendio (-3%).

IV. Discussion

Les bassins versants ont fait l'objet de nombreuses études au Mali (Pépin et Guiguen, 1989 ; Ferry *et al.*, 2011). Les principales ont porté sur le Delta intérieur du Niger (Touré, 1992 ; Mariko *et al.*, 2003 ; Mahé, 2021 ; Hiernaux *et al.*, 2021). Peu de travaux ont cependant concerné les ressources pastorales du bassin versant de la Bagoé en zone soudanienne du Mali.

Le nombre d'espèces ligneuses recensées dans le bassin versant de Korola a varié de 25 à 43 espèces avec une dominance des combretacées. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Sawadogo (2011) qui a inventorié entre 19 et 52 espèces dans une étude menée dans le terroir de Totchari au Burkina Faso. Ils sont toutefois supérieurs à ceux de N'Diaye (2018) qui a inventorié seulement 9 à 11 espèces ligneuses dans la zone du Ferlo au Sénégal.

34 espèces ligneuses ont été identifiées à Blendio. Ce résultat est légèrement supérieur à celui de Sodrè (2009) qui a inventorié 29 espèces ligneuses dans une savane arbustive au Burkina Faso avec une prédominance des combretacées. Par contre les résultats de Diedhiou *et al.* (2014) qui a enregistré 54 espèces dans le terroir de Mar Fafaco au Sénégal avec une grande diversité d'espèces sont supérieurs à ceux obtenus dans cette étude. La prédominance de la famille des combretaceae ressortie dans l'analyse n'est pas exceptionnelle dans la région (Ngom, 2013). Elle dénote la faible pression exercée sur les individus de cette famille qui sont moins appréciés par le bétail comme l'a montré Bognounou (2009).

La densité moyenne obtenue dans cette étude (158 pieds/ha) est inférieure aux 376 pieds/ha obtenue par N'Diaye (2018) dans le Ferlo Sénégalais. Koné (2017) a rapporté 22 784 pieds/ha sur un parcours à Ziguéna dans le même type de bioclimat. Cette valeur est proche des 23 631 pieds/ha obtenues à Dembela avec une prédominance des Nanophanérophytes.

Les inventaires réalisés dans le terroir de Blendio ont permis de répertorier 35 espèces herbacées. La famille des graminées a été la plus dominante avec une contribution de 75% et la plus faible a été celle des légumineuses pour une contribution de 7% à la formation du tapis herbacé. A Nièna, 26 espèces herbacées ont été rencontrées avec la prédominance des graminées. Les principales espèces ont été *Schoenofeldia gracilis* (28,94%), suivie de *Microchloa indica* et *Bracharia deflexa* avec respectivement 15,90% et 11,41%. Le nombre d'herbacées inventoriées dans le terroir de Dembela a été de 19 espèces dominées par les graminées à 90%. Les diversités spécifiques enregistrées pour les herbacées dans les terroirs d'étude sont proches de celle obtenue par Coulibaly et al. (2022) pour les formations naturelles du ranch de Niono. Elles sont cependant inférieures à celle obtenue par Djitéye (1988) qui avait inventorié sur une formation sahélienne, 174 espèces avec une contribution de 75 à 80% de graminées.

Les agro-éleveurs de la zone d'étude ont rapporté une augmentation substantielle des effectifs de bétail observée ces dernières années induisant d'importants changements environnementaux. Les agriculteurs ont signalé entre autres : la disparition de certaines espèces ligneuses telles que : *Bambusa abyssinica*, *Erythrophleum suaveolens* et *Schizachyrium exile* ; la diminution de la couverture ligneuse ; la baisse de la fertilité des sols ; la disparition dans beaucoup de localité de certaines espèces herbacées telles que : *Cymbopogon giganteus*, *Zizachyrium sanguinum*, *Eleusine indicana*.

Quant aux éleveurs, ils ont constaté comme changement : la forte diminution des espèces herbacées pérennes comme *Andropogon gayanus*, *Cymbopogon giganteus* ; la diminution des espèces appréciées au profit des espèces non appréciées comme *Hiptis suaveolens* et *Cassia tora* ; l'augmentation des plages de sols nus dans les parcours ; la réduction de l'espace pastoral ; le tarissement précoce des eaux de surface.

L'intensification de la pratique de la transhumance a été rapportée par la majorité des enquêtés comme étant le facteur ayant contribué aux différents changements sur les ressources, auquel ils ajoutent la baisse de la pluviométrie. Ces résultats sont en accord avec ceux de Konaré & Coulibaly (2019) qui ont rapporté à Kéniéba dans le même type de bioclimat que les transhumants sont responsables de viols de femmes, de dégâts sur les cultures et de coupe d'arbres sacrés. D'après les mêmes auteurs, la transhumance a aussi favorisé l'apparition de d'espèces herbacées comme : *Aiptus suaveolens*, *Acacia ataxacantha*, *Ipomea sp.*

En dépit de la forte pression pastorale rapportée par les enquêtés, la production végétale est globalement en hausse dans les trois terroirs. Cette situation n'est pas exceptionnelle dans la région. Sarr & Lacaze (2008) rapportent que la production végétale est d'avantage affectée par le régime des pluies que par d'autres facteurs.

V. Conclusion

Ces dernières décennies ont été marquées par une croissance démographique soutenue et une forte variabilité climatique. Au Mali, à ces deux facteurs s'est ajoutée l'insécurité civile qui touche les régions centre et nord du pays connues comme étant des zones d'élevage par excellence. Cette conjonction de facteurs a entraîné l'occupation des espaces agro-pastoraux plus au sud et leur exploitation abusive, limitant ainsi l'accès du bétail aux ressources pastorales. Cette étude visait à caractériser la diversité et la structure de la végétation des parcours soudaniens du bassin versant de la Bagoé dans un contexte agricole en profonde mutation.

Avec en moyenne 34 espèces ligneuses et 27 herbacées, les ressources fourragères caractérisées dans cette étude présentent une faible diversité de la flore. Les formations végétales rencontrées dans le sous bassin versant de Korola sont dominées par les savanes arbustives parsemées de grands arbres. La structure verticale de la strate ligneuse est dominée dans l'ensemble par les Nanophanérophytes. Cette dominance montre la forte pression sur les grands arbres et les feux de brousse qui sont très fréquents dans cette zone.

Les enquêtes ont révélé une intensification de la pratique de la transhumance dans la zone d'étude. Une sédentarisation de certains groupes de transhumants a été même rapportée par des enquêtés. Cette situation a entraîné selon ces derniers, la réduction de l'espace pastoral, la disparition de certaines espèces végétales à la fois ligneuse mais aussi herbacées, le tarissement précoce de certains points d'eaux, la dégradation du couvert végétal, des conflits entre éleveurs et agriculteurs. L'analyse des indices de végétation NDVI pour la période 2002 – 2021 révèle cependant une tendance quasi stable à Nièna et une tendance à la hausse de la production végétale à Dembela. Elle révèle à l'inverse, une tendance à la baisse à Blendio.

Références

- [1]. Ba, A., 2011. Exploitation du cheptel bovin dans la zone cotonnière au Mali-Sud. Thèse de Doct, Montpellier SupAgro. 170p.
- [2]. Ba, A., Koné, A.K., Diawara, M.O., Diarra, H.D. & Traoré, S.O., 2022. Fodder Potential Evaluation of Agro-Pastoral Sites Using Spatial Imagery Technology in the Cotton Production Zone of Mali, West Africa. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*, 5(1), 150-161.
- [3]. Blanchard, M., 2010. Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali-Sud :

- savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage. Thèse de Doct, Université Paris-Est, Créteil. 300p.
- [4]. Bognounou, F., 2009. Restauration écologique et gradient latitudinal: utilisation, diversité et régénération de cinq espèces de Combretaceae au Burkina Faso. Thèse de Doct., Université de Ouagadougou. 75p. <https://beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/SVT-2009-BOG-RES/SVT-2009-BOG-RES.pdf>
- [5]. Boudet, G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Manuel et précis d'élevage. La documentation française, Paris, 266.
- [6]. Coulibaly, N., Diawara, M.O., Ba, A., Koné, A.K., Diallo, F., Coulibaly, D. et Karembé, M. Potentialités pastorales des formations sahéliennes du ranch de Niono au Mali. *African Scientific Journal*. Volume 03, Numéro 14. pp: 192-208
- [7]. Coulibaly, D., Pocard-Chappuis, R., & Ba, A., 2009. Dynamiques territoriales et changements des modes de gestion des ressources pastorales au Mali Sud (Mali). *Renc. Rech. Ruminants*, 16.
- [8]. Daget, P. et Poissonnet, J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. *Ann. Agron.*, 22, 1, 5-41.
- [9]. Diedhiou, M.A., Faye, E., Ngom, D., and Touré, M.A., 2014. Identification et caractérisation floristiques des parcs agroforestiers du terroir insulaire de Mar Fafaco (Fatick, Sénégal). *J. Appl. Biosci.* 79, pp 6855-6866.
- [10]. Djiteye, M., 1988. Composition, structure et production des communautés végétales sahéliennes: application à la zone de Niono (Mali). Thèse de doctorat. Paris 150p.
- [11]. DNPIA., 2020. Direction Nationale des Productions et des Industries Animales. Rapport annuel 2019-2020, 132 pages.
- [12]. DNPIA., 2021. Direction nationale des productions et des industries animales. Rapport annuel 2020-2021.
- [13]. Ferry, L., Muther, N., Martin, D. & Mietton, M., 2011. Les principaux bassins versants du Niger au Mali. In : Niger supérieur : quelques résultats de recherche sur les ressources et usages de l'eau. Paris (FRA) ; Marseille : UNESCO ; IRD, 2 p.
- [14]. Hiernaux, P. & Diarra, L., 1993. Dynamique de la végétation des terres de parcours sahéliennes. Un bilan du suivi des sites pastoraux du Gourma en 1992. *Doc. Progr.* 1/93. Addis Ababa : ILCA, 46p.
- [15]. Hiernaux, P., Turner, M., Eggen, M., Marie, J., Haywood, M., 2021. Resilience of wetland vegetation to recurrent drought in the Inland Niger Delta of Mali from 1982 to 2014. *Wetlands Ecology and Management* 29. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09822-8>
- [16]. INSTAT., 2021. Rapport sur les principaux résultats définitifs du module agriculture intégré dans la phase cartographie du recensement général de la population et de l'habitat. Rapport du recensement No 5; p. 97.
- [17]. Konaré, D. & Coulibaly, M., 2019. Evaluation des Impacts de la Transhumance sur les Ressources Pastorales au sud du Mali dans la Commune Rurale de Dabia (Cercle de Kéniéba). (édition Vol.15, Éd.) *European Scientific Journal* July, p 202- 227.
- [18]. Konaré, D., 2022. Effets de la transhumance sur les ressources pastorales dans le cercle de Kéniéba au Mali. Thèse de Doct, Institut de Pédagogie Universitaire, Mali, 250p.
- [19]. Koné, A.K., 2017. Evaluation des potentialités pastorales en zone cotonnière du Mali: Le cas des terroirs villageois de Benguénié, Ziguéna et Nafégué. Mémoire de Master, Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée, Bamako, Mali. 105p.
- [20]. Mahé, G., 2021. Le delta intérieur du Niger, un milieu naturel exceptionnel. Initiatives pour l'Avenir des Grands Fleuves. URL <https://www.initiativesfleuves.org/actualites/gil-mahe-ird-delta-interieur-niger-milieu-naturel-exceptionnel/> (accessed 10.11.22).
- [21]. Mariko, A., Mahe, G., Servat, E., 2003. Les surfaces inondées dans le delta intérieur du Niger au Mali par NOAA/AVHRR.
- [22]. Mulumba, J.B.K., Somda, J., Sanon, Y., Kagoné, H., 2008. Élevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest. Potentialités et défis. CSAO-OCDE/CEDEAO, 182 p. <https://www.oecd.org/fr/csao/publications/40279092.pdf>
- [23]. N'Diaye, S., 2018. Impact de l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatique sur la sécurité alimentaire et le revenu des ménages pastoraux dans la zone du Ferlo au Sénégal. Université Thies.
- [24]. Ngom, D., 2013. Importance des Combretaceae dans des forêts communautaires de la zone soudano-sahélienne au Sénégal. *Sécheresse* 24, 39-47.
- [25]. Pépin, Y., Guiguen, N., 1989. Bassin Versant de Kambo Région de Kadiolo au Mali. Procès-verbal des installations de mars 1989 [WWW Document]. URL <https://agritrop.cirad.fr/340942/> (accessed 10.11.22).
- [26]. Prévost, N., 2021. Le Sahel au confluent d'une double crise pastorale et sécuritaire [WWW Document]. Le Point. URL https://www.lepoint.fr/afrique/le-sahel-au-confluent-d-une-double-crise-pastorale-et-securitaire-23-06-2021-2432502_3826.php (accessed 9.17.22).
- [27]. Raunkiaer, C.C. & Carter, H.G., 1937. Plant Life Forms. Clarendon Press: Oxford.
- [28]. Sanogo, O.M., 2011. Amélioration de la productivité des exploitations mixtes cultures-élevage à travers une meilleure gestion et alimentation des vaches laitières dans la zone de Koutiala, Mali. Thèse de Doctorat, Wageningen University. 153p.
- [29]. Sarr, M.A. & Lacaze, B., 2008. Caractérisation de la dynamique de la végétation en Afrique de l'Ouest : comparaison des indices NDVI de MSG-SEVIRI, SPOT-VEGETATION et NOAAVHRR (exemple du Ferlo, Sénégal). Texte issu d'une communication au colloque "Météosat Seconde Génération.
- [30]. Sarr, M., Camara, A.A., Diouf, J., Sarr, A., M'Baye, M.S. & Kandioura, N., 2021. Étude de la flore ligneuse dans les zones d'exploitation minière de la commune de Sabodala (Kédougou, Sénégal). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 9 (2) : 251-258
- [31]. Sawadogo, I., 2011. Ressources fourragères et représentations des éleveurs, évolution des pratiques pastorales en contexte d'aire protégée: cas du terroir de Kotchari à la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso. Thèse de Doct, Museum national d'histoire naturelle, Paris. 304p.
- [32]. Sodrè, E., 2009. Caractérisation des pâturages naturels du terroir de Kotchari et de la partie voisine du Parc W (Côté du Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur, Institut du Développement Rural, Burkina Faso, 89p.
- [33]. <https://beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2009-SOD-CAR/IDR-2009-SOD-CAR.pdf>
- [34]. Touré, A.S., 1992. Ecologie et production primaire des pâturages au Moyen-Bani Niger, Mali. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec.
- [35]. Traoré, S.S., Guindo, S., Thiombiano, B.A., Dembélé, Sidi., Diakité, C.H., 2022. Entre diminution pluviométrique et augmentation de la température : la mauvaise perception de la variabilité climatique des communautés locales de Benguénié (Mali) et leurs stratégies d'adaptations. *African Scientific Journal*, Volume 03, Numéro 12, pp: 122-140. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6779390>
- [36]. Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment* 8 : 27-560.
- [37]. Yamego, G., 2013. Caractéristiques des ressources fourragères herbacées des pâturages naturels du terroir de Vipalogo (Burkina Faso). Original Paper , p 2079 - 2091.