

Influence du feu et du pâturage sur la phytomasse herbacée et la valeur pastorale des savanes du Sud-Est de Madagascar : cas de Mahabo-Mananivo

Falitiana Marrino RAKOTOARISOA*, Reza LUDVIC et Vonjison RAKOTOARIMANANA

*Université d'Antananarivo, Domaine des Sciences et Technologies, Mention Biologie et Ecologie Végétales,
BP 906, Antananarivo, Madagascar*

(Reçu le 10 Juin 2025 ; Accepté le 03 Août 2025)

* Correspondance, courriel : rino2r@hotmail.fr

Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet combiné du feu et du pâturage sur la phytomasse et la valeur pastorale des savanes *de Mahabo-Mananivo*, dans le Sud-Est de Madagascar. Pendant cinq années, des dispositifs expérimentaux ont été mis en place pour comparer des parcelles soumises à différents traitements de feu (précoce, tardif et témoin) et de pâturage (pâturées et non pâturées). Les résultats révèlent que la biomasse herbacée est significativement affectée par ces deux facteurs : le feu tardif stimule la repousse végétative, tandis que le pâturage réduit la quantité de matière sèche disponible. En revanche, la valeur pastorale diminue dans les parcelles brûlées précocement, sans être significativement influencée par le pâturage. Ces résultats soulignent l'intérêt d'une gestion intégrée du feu et du pâturage pour maintenir à la fois la productivité et la durabilité écologique des savanes malgaches.

Mots-clés : *feu, pâturage, phytomasse, valeur pastorale, savane, Madagascar.*

Abstract

Influence of fire and grazing on herbaceous phytomass and pastoral value of savannas in southeastern Madagascar : the case of Mahabo-Mananivo

This study assesses the combined effects of fire and grazing on herbaceous phytomass and pastoral value in the savannas of Mahabo-Mananivo, southeastern Madagascar. Over five years, experimental plots were established to compare different fire regimes (early, late, and unburned control) and grazing conditions (grazed and ungrazed). Results indicate that herbaceous biomass is significantly influenced by both factors: late-season fires promote vigorous regrowth, while grazing reduces the amount of available dry matter. In contrast, pastoral value declines in early-burned plots but is not significantly affected by grazing. These findings highlight the relevance of integrated fire and grazing management to sustain both productivity and ecological resilience in Malagasy savannas.

Keywords : *fire, grazing, phytomass, pastoral value, savanna, Madagascar.*

1. Introduction

Les savanes constituent des écosystèmes clés pour l'élevage extensif en Afrique subsaharienne. Cet écosystème, dominé par des espèces pérennes de la famille des POACEAE et pouvant comporter quelques arbustes ou arbres [1, 2] représente un important habitat pour certains animaux endémiques et une source de pâturage pour l'élevage bovin [3]. À Madagascar, ces milieux couvrent près de 70 % des terres pastorales [4], notamment dans les régions du Sud et du Sud-Est, où ils sont soumis à une double pression : les feux et le pâturage continu. Ces deux facteurs jouent un rôle très important : d'une part, ils régénèrent la végétation herbacée ; d'autre part, lorsqu'ils sont mal maîtrisés, ils réduisent la biomasse, favorisent l'érosion, et diminuent la valeur pastorale des parcours [5]. A Madagascar, les feux naturels sont rares [6]. La plupart des feux sont d'origine anthropique volontaire ou intentionnée [7]. Les feux de pâturage en savane sont les plus répandus à Madagascar et les plus importants en termes de surface affectée : 90 à 97 % de la superficie brûlée annuellement [8 - 10]. Parmi ces surfaces annuelles brûlées, 25 à 50 % sont dues au renouvellement du pâturage pour les bétails [11, 12]. Les estimations de surfaces de savanes brûlées varient néanmoins énormément selon les sources, de 435 000 ha par an [13] à 650 000 ha par an [14]. Ces chiffres traduisent une pratique courante de l'utilisation du feu. Dans les savanes ouest-africaines, des travaux récents ont montré que les systèmes pastoraux fondés sur la mobilité et une gestion raisonnée des brûlis peuvent contribuer à la résilience des communautés face aux aléas climatiques [15, 16]. Dans ce contexte, l'évaluation de la productivité herbacée (biomasse) et de la valeur pastorale devient essentielle pour guider les pratiques locales. Si plusieurs études ont exploré ces questions en Afrique de l'Ouest [17 - 20] peu d'études ont été menées dans les savanes orientales malgaches en tenant compte simultanément du feu et du pâturage comme facteurs écologiques majeurs. C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, conduite dans la commune de Mahabo-Mananivo, située dans le Sud-Est de Madagascar. La présente étude a pour objectif d'analyser l'influence combinée du régime de feu (feu précoce, feu tardif, non brûlé) et du mode de pâturage (pâturé ou non pâturé) sur deux indicateurs clés de la productivité pastorale : la phytomasse herbacée et la valeur pastorale spécifique.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

La zone d'étude se trouve dans la partie orientale de Madagascar, entre 47°41' et 47°45' de longitudes Est ; 23°09' et 23°14' de latitudes Sud, et à moins de 50 m d'altitude. Elle se situe dans la commune rurale de Mahabo-Mananivo qui appartient au district de Farafangana, dans la Région d'Atsimo-Atsinanana (*Figure 1*) et ex-Province de Fianarantsoa. La commune rurale de Mahabo-Mananivo est traversée par la route nationale n°12 entre les points kilométriques 250 et 262 [21]. Elle possède 10 fokontany et l'étude a été faite dans les trois fokontany suivants, Lohagisy, Baboaky, et Nosiala. Elle est connue par la présence d'une Nouvelle Aire Protégée (NAP) Agnalazaha vers sa partie sud-est. Cette NAP a été délimitée et parmi les sites de conservation gérés par le Missouri Botanical Garden (MBG) à Madagascar. A Mahabo, la pluviométrie annuelle est de 2 185 mm. Le mois le plus arrosé est le mois de Mars (370,8 mm). Le mois le moins pluvieux est le mois d'Octobre (91 mm), comme l'a montré le diagramme ombrothermique. Les mois écossecs ne sont pas rencontrés dans la zone d'étude. D'après les données climatiques recueillies, la température minimale est de 20,3°C, enregistrée au mois de Juillet et la température maximale est de 26°C, enregistrée aux mois de Décembre et Février. La température moyenne annuelle est proche de 24°C. L'humidité relative de la région est élevée car elle est supérieure à 85 % toute l'année [22].

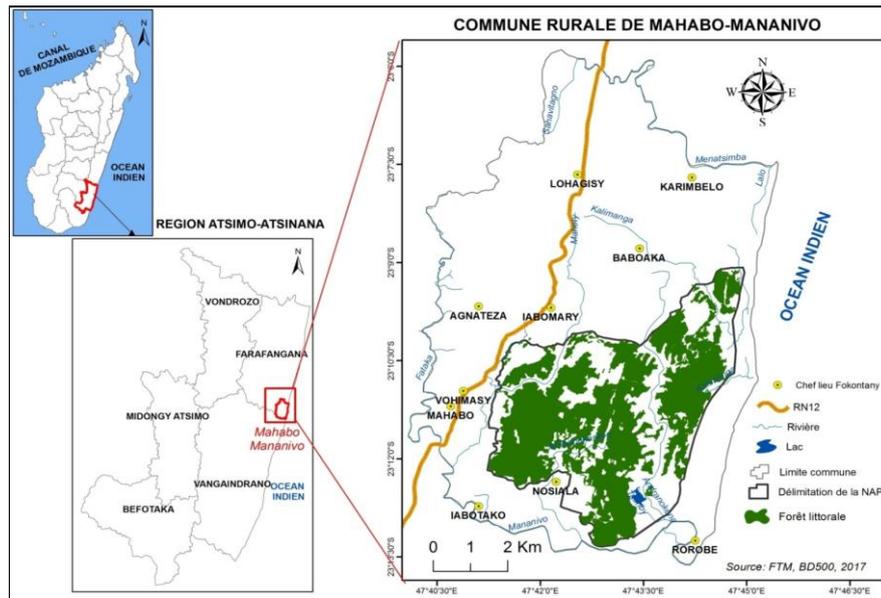
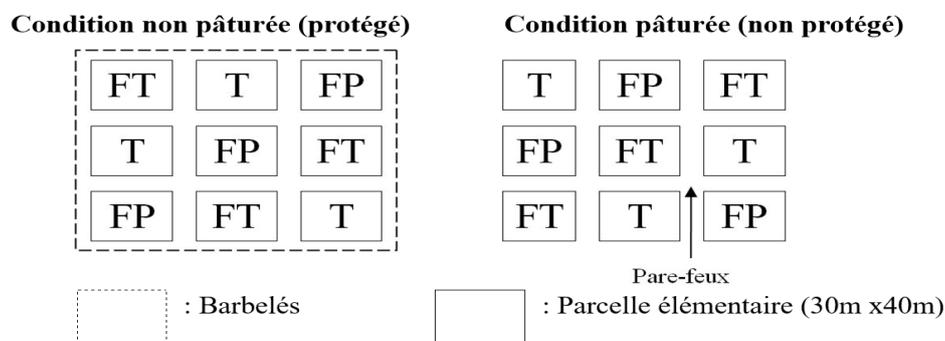


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

2-2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental consiste en une expérience factorielle organisée en blocs aléatoires complets avec parcelles divisées (*Figure 2*). Ces parcelles sont divisées et répétées trois fois selon les facteurs étudiés. Les facteurs étudiés sont le feu avec trois modalités (témoin, feu précoce, feu tardif) et le pâturage avec deux modalités (pâturé et non pâturé). Le type de pâturage est libre. Le feu précoce est réalisé en mars et le feu tardif est provoqué en octobre. La zone d'expérimentation a été divisée en deux essais suivant les niveaux du facteur pâturage. Dans chaque essai, trois blocs sont installés et dans chaque bloc trois parcelles élémentaires de 30 m x 40 m chacune, auxquelles ont été affectés de façon aléatoire (randomisation complète) les trois niveaux du facteur feu. L'essai non pâturé est clôturé pour une protection intégrale contre l'influence des animaux et de l'exploitation par l'homme. L'essai pâturé n'a pas fait l'objet de restriction particulière. L'homogénéité de la zone d'expérimentation a été vérifiée à l'aide d'une analyse de variance suivant trois critères :

- un critère biotique (densité des ligneux) pour tester l'homogénéité des deux conditions de pâturage pour chacun des traitements feux (6 parcelles destinées au témoin, 6 parcelles destinées au feu précoce et 6 parcelles destinées au feu tardif) ;
- deux critères abiotiques (compacité, perméabilité) pour tester l'homogénéité deux conditions de pâturage (9 parcelles protégées, 9 parcelles non protégées).



FP : feu précoce ; FT : feu tardif ; T : témoin.

Figure 2 : Dispositif expérimental en blocs complets randomisés

2-3. Relevé linéaire

Le relevé linéaire par la méthode de [16] a été effectué pour l'étude de la végétation herbacée. Il s'agit de deux lignes permanentes de 10 m chacune, matérialisées par un décimètre tendu au-dessus du toit du tapis herbacé. La lecture a été faite tous les 20 cm permettant d'obtenir un échantillonnage de 100 points par relevé. Cette permet d'évaluer la fréquence centésimale et la contribution spécifiques. Les calculs effectués permettent de caractériser les espèces, la végétation herbacée sur la base d'un certain nombre de paramètres [16] : La fréquence centésimale d'une espèce i (FC_i) est égale au rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de points où l'espèce i est présente (n_i) et le nombre total de points observés (*Équation 1*). FC exprime la probabilité de présence de l'espèce dans ces unités d'échantillonnage. Quand le nombre de points échantillonnés est très élevé, la fréquence centésimale constitue une « mesure » du recouvrement de l'espèce [23, 24] ;

$$FC_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \times 100 \quad (1)$$

La contribution spécifique (CS_i) est définie comme le rapport, exprimé en pourcentage entre la fréquence centésimale de cette espèce et la somme des fréquences centésimales de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés (*Équation 2*). Elle traduit la participation de l'espèce au recouvrement de la surface du sol.

$$CS_i = \frac{FC_i}{\sum FC_i} \times 100 \quad (2)$$

2-4. Phytomasse herbacée de la strate herbacée

La phytomasse épigée est constituée par le poids exprimé en matières sèches du total de la matière vivante et de la matière morte. Elle peut être estimée par des techniques de coupe de la végétation. Dans chaque parcelle, un carré de 1 m x 1 m a été délimité [25, 26]. La végétation est coupée au ras du sol, à l'intérieur de ce carré. Trente séries de mesure ont été faites par type de feu et la moyenne des résultats obtenus a été prise. La biomasse végétale (BV) est le poids de matériel végétal vivant par unité de surface. Pour sa mesure, les nécromasses, les biomasses et les légumineuses ont été triées et pesées. Les échantillons ont été séchés dans une étuve à 90°C pendant 72h avant de mesurer leur poids sec. Les mesures ont été faites bimensuellement pendant 5 ans.

2-5. Appréciation de la qualité fourragère

La qualité des herbages peut être appréciée par la notion de la valeur pastorale. C'est un indice de qualité de l'herbage obtenu en tenant compte de la fréquence des espèces et de l'indice de qualité spécifique [27]. L'indice de qualité spécifique (Is) est souvent appelé « indice de palatabilité ou appétence » [28, 29]. Il a été déterminé sur la base de la qualité fourragère de chaque espèce. Il a été évalué pour un certain nombre d'espèces grâce à l'interprétation de nombreuses données dont la vitesse de croissance, la valeur nutritive, l'appétibilité, la saveur et la digestibilité. Il est utilisé dans l'estimation de la valeur pastorale. La valeur relative des espèces est obtenue en attribuant à chacune d'elles un indice de qualité spécifique variant de 0 à 3 [16]. A chaque espèce est attribuée une valeur relative de nulle (0), faible (1), moyenne (2) ou bonne (3) en fonction des critères ci-dessus et à partir des enquêtes [15].

2-6. Détermination de la valeur pastorale

La détermination de la valeur pastorale (V.P) de la végétation d'un pâturage consiste à donner à la savane un indice global de qualité, en tenant compte de la composition floristique et de la valeur nutritive des espèces [26]. La valeur pastorale (V.P.) d'une station échantillonnée est le tiers de la somme des produits de la contribution spécifique (CS_i) d'une espèce et son indice de qualité spécifique (IS_i). Elle est donnée par la formule suivante [15] (**Équation 3**):

$$V.P(\%) = 0,3 \sum_{i=1}^n CS_i \cdot IS_i \quad (3)$$

où, CS_i est la contribution spécifique de l'espèce *i* établie à partir des relevés linéaires et IS_i l'indice de qualité spécifique de la même espèce *i*.

2-7. Analyses de variances

Des analyses de variances ont été réalisées sur la phytomasse herbacée, et la valeur pastorale pour tester l'effet des facteurs feu et pâturage. L'objectif de cette méthode d'analyse est de rechercher si l'effet « traitement » est « significatif » au risque d'erreur ou au seuil de probabilité près (5 %) [15]. Le logiciel R a été utilisé. Il permet de réaliser des analyses de variances aux types de dispositifs expérimentaux les plus courants (randomisation totale, dispositifs factoriels en blocs). Les moyennes des valeurs des paramètres étudiés obtenues après test, ont été représentées à l'aide d'un histogramme. Selon le test de Newman-keuls qui a été appliquée, les moyennes suivies d'une même lettre constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, [30].

3. Résultats

3-1. Effet du feu et du pâturage sur la phytomasse herbacée

L'effet du feu et du pâturage sur la phytomasse herbacée est analysé dans cette partie. Le résultat d'analyse sur l'effet du feu avec pâturages confondus (**Figure 3**) montre que la différence est significative ($p = 0,012$) en termes de quantité de phytomasse herbacée. La quantité la plus élevée se trouve dans le témoin $2,78 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,29$, suivie du feu tardif $2,22 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,75$ et du feu précoce $1,92 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,63$. Le feu réduit la production de la phytomasse herbacée surtout après le passage du feu précoce. L'effet du pâturage avec tous types de feux confondus sur la phytomasse herbacée a été testé. La **Figure 4** illustre le résultat obtenu. La différence entre la quantité de phytomasse herbacée dans la condition pâturée ($1,85 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,58$) et celle dans la non pâturée ($2,78 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,37$) est hautement significative ($p = 0,001$). Ce résultat montre que le pâturage diminue la production de la phytomasse herbacée. L'effet du pâturage sur la phytomasse herbacée dans chaque modalité feu a été également testé. Le résultat est illustré sur la **Figure 5**. Les quantités de phytomasse produites en condition pâturée sont hautement significatives moins faibles (p (témoin) = $0,001$, p (feu précoce) = $0,001$ et p (feu tardif) = $0,0007$) respectivement $2,53 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,13$, $1,55 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,19$ et $1,47 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,37$ que celles produites en condition non pâturées $3,02 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,16$, $2,44 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,38$ et $2,89 \text{ t.ha}^{-1} \pm 0,28$ respectivement dans les cas de témoins, feux précoces et feux tardifs. Ces résultats montrent que le pâturage diminue la production de la phytomasse herbacée. L'analyse de variance sur l'interaction des deux facteurs a révélé qu'il y a une dépendance entre les facteurs étudiés ($p = 0,000$). Ces derniers interagissent de façon significative dans la production de la biomasse herbacée.

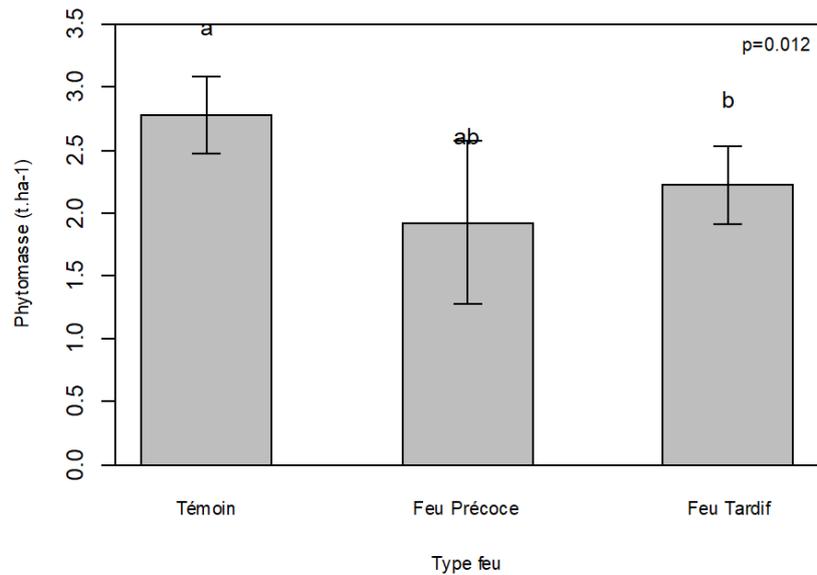


Figure 3 : Effet du feu sur la phytomasse herbacée (pâturages confondus)

Les moyennes suivies d'une même lettre constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, selon le test de Newman-keuls.

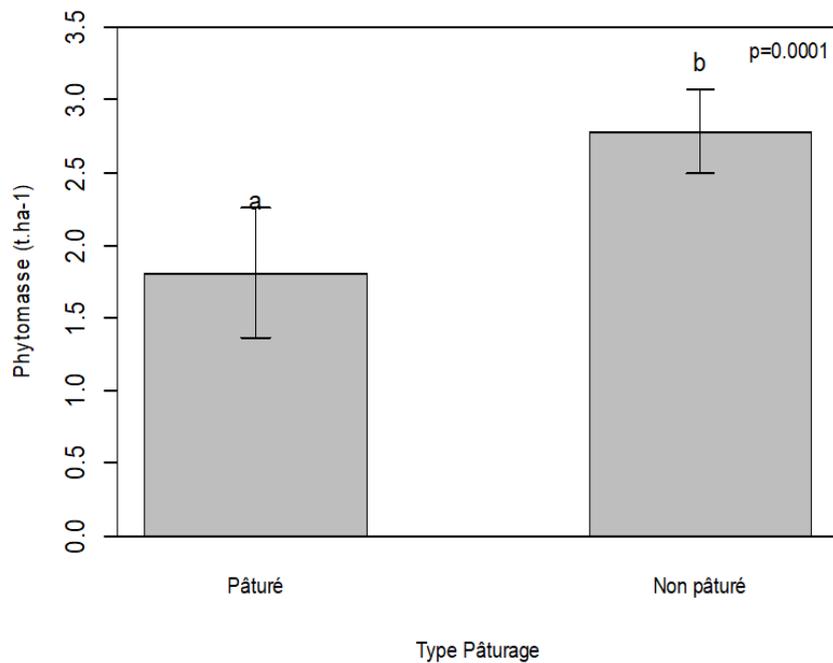


Figure 4 : Effet du pâturage sur la phytomasse herbacée (feux confondus)

Les moyennes suivies d'une même lettre constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, selon le test de Newman-keuls.

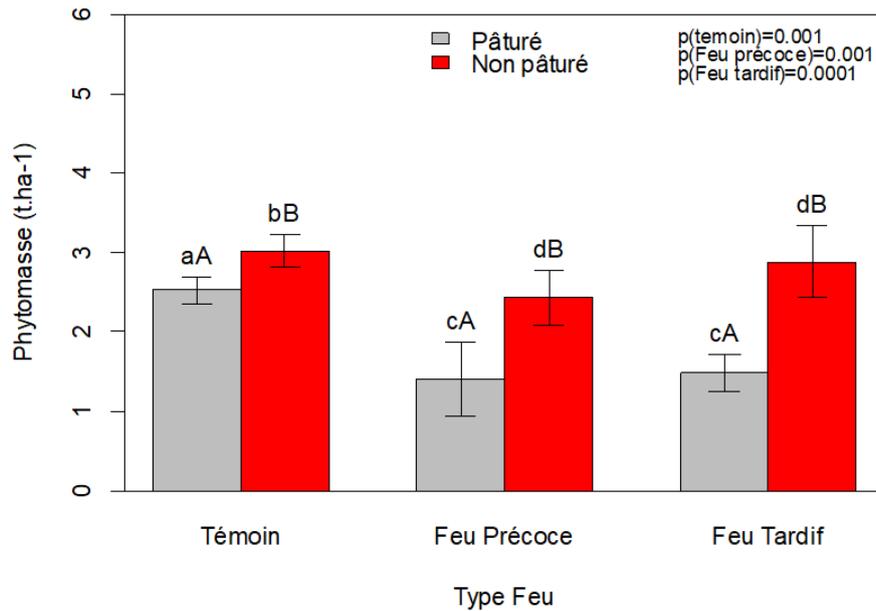


Figure 5 : Effet de l'interaction entre le feu et le pâturage sur la phytomasse herbacée

Les moyennes suivies des mêmes lettres constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, selon le test de Newman-keuls.

3-2. Influence du feu et du pâturage sur la qualité des herbages

L'influence du feu et du pâturage sur la qualité des herbages a été déterminée à partir des analyses du spectre fourrager et de l'évolution des contributions spécifiques. Comme les savanes assurent la grande partie de l'alimentation des zébus, la mesure de la valeur pastorale a été réalisée dans cette étude afin de déterminer la capacité de charge en considérant les paramètres suivants : la biomasse, l'indice de qualité spécifique et la contribution spécifique.

3-2-1. Analyse du spectre fourrager

Vingt-neuf (29) espèces appartenant aux 28 genres répartis dans 20 familles ont été recensées sur les lignes permanentes des différents traitements (**Tableau 1**). Le nombre d'espèces varie selon les différentes catégories fourragères : huit (08) espèces de « bonne valeur pastorale », dix (10) de « moyenne valeur pastorale », huit (8) de « faible valeur pastorale » et trois (3) de « sans valeur pastorale ». Le nombre d'espèces dans les différentes familles est variable. La famille la plus représentée est la famille des POACEAE (7 espèces), suivie des familles des FABACEAE (3 espèces) et des CYPERACEAE (2 espèces). Les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce.

Tableau 1 : Composition de la végétation pastorale de la savane

Espèces	Familles	Is
<i>Crotalaria coursii</i> Pelt.	FABACEAE	3
<i>Indigofera demissa</i> Taub.	FABACEAE	3
<i>Hypoxis angustifolia</i> Lam.	HYPOXIDACEAE	3
<i>Aristida similis</i> Steud.	POACEAE	3
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult.	POACEAE	3
<i>Hypparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	POACEAE	3
<i>Panicum luridum</i> Hack.	POACEAE	3
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	POACEAE	3
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	APIACEAE	2
<i>Cynanchum lineare</i> N.E.Br.	ASCLEPIADACEAE	2
<i>Elephantopus scaber</i> L.	ASTERACEAE	2
<i>Fimbristylis sgarrosa</i> Vahl	CYPERACEAE	2
<i>Fimbristylis diphylla</i> (Retz.) Vahl	CYPERACEAE	2
<i>Desmodium ascendens</i> (Sw.) H. Ohashi & K. Ohashi	FABACEAE	2
<i>Wahlenbergia subaphylla</i> (Baker) Thulin	LOBELIACEAE	2
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	LOGANIACEAE	2
<i>Brachiaria umbellata</i> (Trin.) Clayton	POACEAE	2
<i>Dianella ensifolia</i> (L.)	XANTHORRHOACEAE	2
<i>Biophytum sensitivum</i> (L.) DC.	OXALIDACEAE	1
<i>Croton ellottianus</i> Baill.	EUPHORBIACEAE	1
<i>Erica cauliflora</i> Salisb.	ERICACEAE	1
<i>Imperata</i> sp	POACEAE	1
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	ADIANTHACEAE	1
<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze	TACCACEAE	1
<i>Tachiadenus longifolius</i> Scott Elliot	GENTIANACEAE	1
<i>Commelina madagascariensis</i>	COMMELINACEAE	0
<i>Sida urens</i> L.	MALVACEAE	0
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	RUBIACEAE	0

Légende : 0 (IS : nul) ; 1 (IS : faible) ; 2 (IS : moyen) ; 3 (IS : bon) ; IS : Inde qualité Spécifique.

3-2-2. Effet du feu et du pâturage sur les valeurs pastorales

L'effet du feu et du pâturage sur les valeurs pastorales a été testé. La **Figure 6** présente l'effet du feu sur la valeur pastorale. Elle montre que la différence est hautement significative ($p = 0,0001$). La valeur pastorale enregistrée dans le feu précoce ($61,81 \% \pm 5,98$) est significativement faible que celle trouvée dans le témoin ($85,21 \% \pm 3,48$) et le feu tardif ($91,87 \% \pm 1,85$). Ce résultat montre que le feu précoce diminue la valeur pastorale. Ce type de feu réduit les espèces de bonne valeur pastorale comme les POACEAE au profit des espèces de moindre valeur pastorale. La **Figure 7** présente l'effet du pâturage sur la variation des valeurs pastorales. Elle montre que la différence des valeurs pastorales en conditions pâturées ($79,86 \% \pm 2,45$) et non pâturées ($76,85 \% \pm 3,96$) n'est pas significative ($p = 0,524$). Le pâturage ne modifie donc pas la valeur pastorale. La **Figure 8** présente l'effet du pâturage sur la valeur pastorale suivant les 3 types de feu. Elle montre que cet effet n'est pas significatif dans le témoin ($p = 0,290$), ni dans le feu précoce ($p = 0,139$), ni dans le feu tardif ($p = 0,921$) avec respectivement des valeurs pastorales calculées en condition pâturé et non : $84 \% \pm 3,54$ et $80,15 \% \pm 2,56$ (Témoin) ; $62,98 \% \pm 0,36$ et $61,97 \% \pm 1,25$ (feu précoce) et $92 \% \pm 1,45$ et $90 \% \pm 3,89$ (feu tardif). Le pâturage ne modifie pas la valeur pastorale. Aucune interaction significative ($p = 0,655$) des facteurs (feu et pâturage) n'a été trouvée concernant la variation de la valeur pastorale. Cela indique que les feux et les pâturages agissent indépendamment l'un de l'autre sur cette variation.

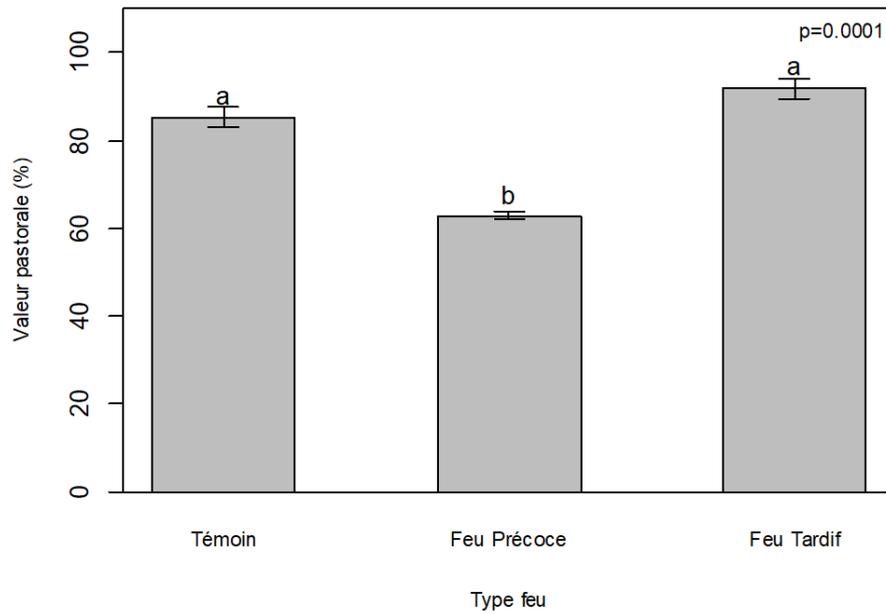


Figure 6 : *Effet du feu sur la variation de la valeur pastorale (tous traitements pâturages confondus)*
Les moyennes suivies d'une même lettre constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, selon le test de Newman-keuls.

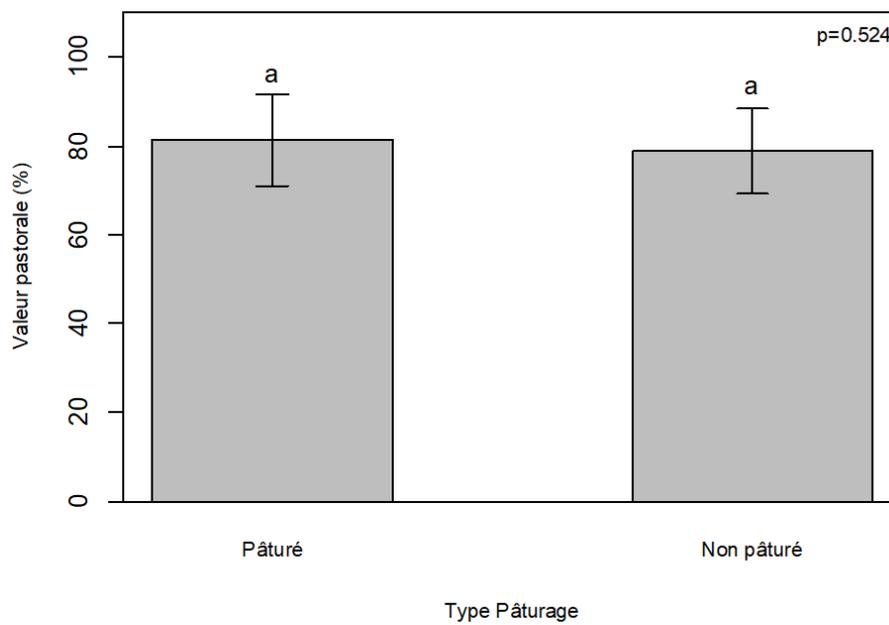


Figure 7 : *Effet du pâturage sur la variation de la valeur pastorale (feux confondus)*
Les moyennes suivies d'une même lettre constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, selon le test de Newman-keuls.

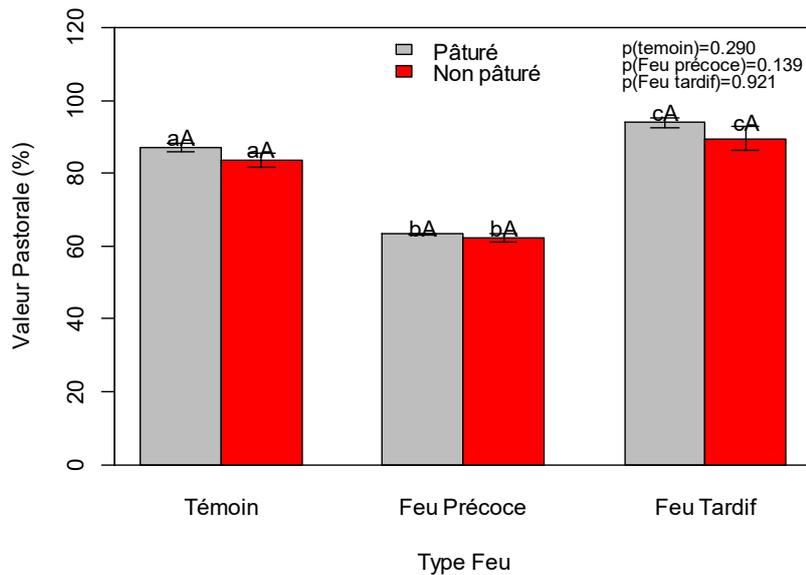


Figure 8 : Effet du pâturage sur la variation de la valeur pastorale

Les moyennes suivies d'une même lettre constituent un groupe statistiquement homogène au seuil de 5 %, selon le test de Newman-keuls.

4. Discussion

4-1. Phytomasse herbacée

La phytomasse herbacée de la savane de Mahabo-Mananivo est influencée par les facteurs feu et pâturage. Le feu diminue la production de la phytomasse herbacée. Ce résultat corrobore ceux des autres régions de Madagascar [15, 31, 32]. L'action du feu sur la production de la phytomasse varie selon la date de recours au feu. Elle est importante dans le feu tardif dans la présente étude. Certains auteurs affirment que la meilleure production de la phytomasse herbacée est stimulée par le feu tardif car la croissance rapide des repousses est favorisée par l'établissement des périodes de pluies [15, 33 - 36] ; tandis que d'autres affirment que le feu précoce favorise la production de la phytomasse. Cette période est proche du début de la saison des pluies [31]. Ce type de feu perturbe les cycles de développement des graminées et réduisent leur accumulation de matière sèche, ce qui se traduit par une biomasse plus faible. Ce résultat diffère de ceux obtenus à Mahabo-Mananivo [21], où le feu n'a pas eu d'effet significatif sur la phytomasse herbacée. Cette différence pourrait être due à une analyse synchronique où tous les types de savanes ont été confondus, ce qui expliquerait l'absence d'effet significatif observé. Le pâturage diminue la phytomasse herbacée. Ce résultat est dû aux consommations des animaux domestiques. Il est similaire à celui trouvé au Burkina Faso [37, 38]. Ils ont prouvé que la production de la phytomasse herbacée est faible dans les milieux pâturés. Il est différent aux résultats trouvés dans le Sudd-Ouest de Madagascar par [39]. Selon ces auteurs, l'effet du pâturage sur la biomasse et la phytomasse de la strate herbacée est quant à lui moins complexe. La biomasse et la phytomasse herbacée totale sur pied sont significativement plus importantes en conditions non pâturées qu'en conditions pâturées. Ce résultat est largement vérifié au Mali [40], au Cameroun [41] et en Algérie [42]. Les résultats qui portent sur la production (quantité de matières sèches sur pied) sont conformes aux résultats attendus, car une partie de la phytomasse consommée par les animaux et une autre partie piétinée, enfoui

et décomposée, ne sont prises en compte dans les mesures [15]. En termes de productivité (quantité de matière sèche par unité de surface et de temps), les résultats correspondant aux deux situations auraient pu différer en raison notamment de la stimulation de la croissance des espèces pérennes par le broutage [37, 43]. Par ailleurs, les niveaux de biomasse herbacée observés dans cette étude sont relativement élevés comparés à ceux de régions plus sèches de Madagascar, comme Sakaraha dans le Sud-Ouest, où la biomasse en saison des pluies varie généralement entre 1,5 et 2,5 t.ha⁻¹ [44]. Cette différence souligne l'effet positif du climat humide de Mahabo-Mananivo, caractérisé par une pluviométrie annuelle supérieure à 2 700 mm, sur la productivité des pâturages.

4-2. Valeur pastorale

Les résultats de l'étude indiquent que la valeur pastorale est significativement influencée par le feu, mais reste relativement stable vis-à-vis du pâturage. Les parcelles brûlées précocement affichent la valeur pastorale la plus faible (62,81 %), alors que les zones non brûlées (85,21 %) et celles brûlées tardivement (91,87 %) présentent des valeurs nettement plus élevées. Ces différences s'expliquent probablement par la perte prématurée d'espèces fourragères de bonne qualité lors des feux précoces, avant leur complète montée en graine, réduisant ainsi le potentiel fourrager post-repousse. Ce constat rejoint les observations en Afrique centrale et de l'Est [2], pour qui la qualité pastorale d'un parcours dépend autant de la composition floristique que de la maturité végétative des espèces présentes. Le feu tardif, en revanche, semble permettre non seulement une meilleure production de biomasse, mais aussi une restauration de la diversité spécifique d'intérêt pastoral, notamment la présence accrue de graminées appréciées comme *Hyparrhenia rufa* ou *Aristida rufescens*. Ce type de feu, lorsqu'il est appliqué juste avant les pluies, favorise une repousse rapide de ces espèces compétitives, comme le montre également l'étude dans les savanes ouest-africaines [18]. En ce qui concerne le pâturage, l'absence d'effet significatif sur la valeur pastorale dans cette étude pourrait être liée à une intensité modérée du broutement, ne suffisant pas à modifier la structure floristique ou à éliminer les espèces les plus nutritives. Cela corrobore les résultats trouvés au Sahel [19], qui ont montré que le pâturage, lorsqu'il reste à des niveaux acceptables, n'entraîne pas nécessairement de baisse qualitative des parcours. Toutefois, une pression pastorale prolongée pourrait, à long terme, entraîner un appauvrissement floristique, comme observé dans certaines zones surpâturées d'Afrique de l'Ouest [17]. Enfin, ces résultats soulignent la complémentarité potentielle entre feu tardif et pâturage contrôlé, permettant de maintenir des parcours à haute valeur pastorale tout en évitant la dégradation fonctionnelle des écosystèmes. Des pratiques sylvopastorales raisonnées, combinées à des outils de gestion communautaire du brûlage, pourraient ainsi contribuer à la durabilité des systèmes d'élevage dans les savanes malgaches, comme le recommandent [31] dans leurs travaux sur l'adaptation au changement climatique.

5. Conclusion

Cette étude vise à évaluer les effets combinés du feu et du pâturage sur deux indicateurs clés de la productivité pastorale dans les savanes de Mahabo-Mananivo, au Sud-Est de Madagascar : la biomasse herbacée et la valeur fourragère spécifique. En s'appuyant sur un dispositif expérimental suivi sur cinq années, l'objectif était de mieux comprendre comment ces deux pratiques traditionnelles, largement répandues dans les zones de savane, influencent la dynamique écologique et pastorale des parcours. Les résultats ont montré que la biomasse aérienne des herbacées est significativement affectée par le type de feu et le pâturage. Le feu tardif s'est avéré particulièrement bénéfique, favorisant une repousse rapide et une production maximale de matière sèche. À l'inverse, le pâturage a réduit la quantité de biomasse disponible, sans toutefois altérer de manière significative la valeur fourragère spécifique. Par ailleurs, cette

dernière s'est révélée plus faible dans les parcelles brûlées précocement, ce qui souligne l'importance du calendrier de brûlage dans la gestion des parcours. Ces résultats confirment la pertinence d'une gestion intégrée du feu et du pâturage, articulée autour de feux dirigés tardifs et d'un pâturage modéré, pour maintenir la productivité et la durabilité des écosystèmes savanicoles. Ils peuvent également servir de base à l'élaboration de calendriers locaux de gestion communautaire, en lien avec les réalités écologiques et socio-économiques du sud-est malgache.

Références

- [1] - R. J. SCHOLLES et S. R. ARCHER, "Tree-grass interactions in savannas", *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28 (1997) 517 - 544
- [2] - F. VAN LANGEVELDE, C. A. VAN DE VIJVER, L. KUMAR, J. VAN DE KOPPEL, N. DE RIDDER, J. VAN ANDEL et M. RIETKERK, "Effects of fire and herbivory on the stability of savanna ecosystems". *Ecology*, 84 (2) (2003) 337 - 350
- [3] - J. I. HOUSE, S. ARCHER, D. D. BRESHEARS et R. J. SCHOLLES, "Conundrums in mixed woody—herbaceous plant systems". *Journal of Biogeography*, 30 (2003) 1763 - 1777
- [4] - P. MORAT, "Les savanes du sud-ouest de Madagascar". Mémoire. ORSTOM. Paris, N° 68 (1973) 235 p.
- [5] - J. H. RASAMBAINARIVO, "Les pratiques agro-pastorales et la conservation des sols à Madagascar". *Revue bibliographique*, (1997) 16 p.
- [6] - N. OTSUKA, T. KINOSHITA, J. RANDRIANARISOA et T. SATO, "Fire ecology and vegetation dynamics in Madagascar". *Tropical Ecology*, 44 (2) (2003) 155 - 164
- [7] - D. M. J. S. BOWMAN et B. P. MURPHY, B.P. "Fire and biodiversity". In N.S SODHI, N.S., et P. R. EHRLICH, P.R. (Eds.), *Conservation Biology for All.*, (2010) 163 - 180
- [8] - R. MADHO, S. M. GOODMAN et L. RAKOTOARIMANANA, "Fire regimes in Madagascar savannas". *Ambio*, 23 (8) (1994) 504 - 509
- [9] - V. RAKOTOARIMANANA, "Impact écologique des feux sur la savane malgache", *Revue d'Écologie*, 57 (3) (2002) 221 - 232
- [10] - L. JACQUIN, "Feux de brousse et dynamiques de paysages à Madagascar". *VertigO — La revue électronique en sciences de l'environnement*, 10 (1) (2010) 17 - 35
- [11] - S. M. GOODMAN, et J. P. BENSTEAD, "The Natural History of Madagascar". University of Chicago Press, (2003) 33 p.
- [12] - C. A. KULL, "Isle of Fire : The Political Ecology of Landscape Burning in Madagascar". University of Chicago Press, (2004) 45 p.
- [13] - O. LANGRAND et L. WILME, "Effects of fire on Madagascar's biodiversity". *Biological Conservation*, 72 (1995) 69 - 81
- [14] - J. RAKOTOARIJAONA, "Étude de la dynamique des feux et des savanes à Madagascar". Mémoire de DEA, Université d'Antananarivo, (2004) 97 p.
- [15] - V. RAKOTOARIMANANA, "Dynamique des savanes malgaches : structure, fonctionnement et perspectives de gestion durable", Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, (2002) 177 p.
- [16] - P. DAGET et J. POISSONNET, "Une méthode d'évaluation de la valeur pastorale des pâturages", *Annales Agronomiques*, 22 (1) (1971) 5 - 41
- [17] - G. DJOHY et A. SOUNON BOUKO, "Productivité des pâturages naturels et pratiques de mobilité pastorale dans un contexte de changements climatiques en Afrique de l'Ouest", *Rev. Maroc. Sci. Agron. Vét.*, 9 (3) (2021) 92 - 105

- [18] - J. GIGNOUX, J. CLOBERT et J. C. MENAUT, " Alternative fire resistance strategies in savanna trees " , *Oecologia*, 110 (4) (1997) 576 - 583
- [19] - P. HIERNAUX, S. FERNANDEZ-RIVERA, E. SCHLECHT et M. D. TURNER, "Livestock-mediated nutrient transfers in Sahelian agro-ecosystems " , *Rangeland Ecol. Manag.*, 62 (6) (2009) 605 - 617
- [20] - N. PICARD, M. BALLO, F. DEMBÉLÉ et D. GAUTIER, Évaluation de la productivité et de la biomasse des savanes sèches africaines : une contribution du groupe de recherche Savafor, *Bois Forêts Trop.*, 288 (2) (2006) 19 - 30
- [21] - F. M. RAKOTARISOA, "Influence du feu sur la dynamique des savanes dans la région du Sud-Est de Madagascar. (Mahabo-Manaivo)", Mémoire de DEA, Ecologie Végétale, Université d'Antananarivo, (2012) 93 p.
- [22] - R. LUDOVIC, F. RAKOTOARIVONY, C. BIRKINSHAW et A. RANDRIANASOLO, "Conservation communautaire de la forêt d'Agnalazaha : description, évaluation du site et stratégie de conservation". MBG *Mahabo-Manaivo*, (2005) 101 p.
- [23] - P. GREIG-SMITH, "Quantitative plant ecology". *Butterworths* Cs. London, (1964) 256 p.
- [24] - M. GODRON, J. POISSONNET et P. POISSONNET, "Méthodes d'études des formations herbacées denses. Essais d'application à l'étude du dynamisme de la végétation " , *CNRS. CEPE. Doc 35, Montpellier*, (1968) 28 p.
- [25] - A. FOURNIER, "Cycle saisonnier de la biomasse herbacée dans les savanes de Ouango - Fitini (Côte d'Ivoire)", *Ann. Univ. Abidjan, série. Ecol.*, 15 (1982) 63 - 94
- [26] - C. FLORET C, Pastoralisme et développement. *CIHEAM. Montpellier. France*, (1988) 88 p.
- [27] - A. KRUIJINE, et D. MDE VRIES, "Data concerning important herbage plants". *Inst.Voor. Biol. En scheikundig. Onderz. (222). Wageningen*, (1963) 45 p.
- [28] - G. BAUDET, "Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. (Eds) Ministère de la Coopération. IEMVT, (1978) 245 p.
- [29] - J. ANDRU, " Elevages sur parcours en zones tropicales humides et subhumides d'Afrique. Intéractions élevage, végétation, environnement". Cirad. IEMVT, (1995) 196 p.
- [30] - V. RAKOTOARIMANANA V, LE FLOCH E et M. GROUZIS, "Influence du feu et du pâturage sur la diversité floristique et la production de la végétation herbacée d'une savane à *Heteropogon contortus* (Région de Sakaraha)", CEFE/CNRS, Montpellier, France, (2004) 15 p.
- [31] - J. C. MENAUT, "Effets des feux de savanes sur le stockage et l'émission du carbone et des éléments-trace". *Sécheresse*, Vol. 4, N°4 (1993) 251 - 263
- [32] - G. RATOVARIRINA, "Dynamique des savanes incluses du centre du corridor forestier de Fianarantsoa", Mémoire de DEA, Ecologie Végétale, Université d'Antananarivo, (2009) 66 p.
- [33] - T. A AFOLAYAN, "Grass biomass production in a northern Guinea savanna ecosystem", *Oecol. Plant*, 13 (4) (1978) 375 - 386
- [34] - B. A OLA-ADAMS et P. O ADEGBOLA, "Effects of l burning crop and litter accumulation of derived savanna in the Olokemeji forest reserve". In: *SANFORD (W.W.) & al. (éds.) Nigerian savannas, New Bussea, Kainji Lake Research Institute, Nigeria*, (1982) 151 - 159
- [35] - S. SANDFORD, "Management of Pastoral Development in the Third World". John Wiley, in association with the Overseas Development Institute, Chichester, (1983) 18 p.
- [36] - A. FOURNIER, "Cycle saisonnier de la phytomasse et de la production herbacée dans les savanes Soudaniennes de Nazinga (Burkina Faso)". Comparaison avec d'autres savanes Ouest-Africains. *Bull. Ecol*, 4 (1987) 22 p.
- [37] - E. BOTONI, P. DAGET et J. CESAR, "Effets du feu et du pâturage sur la végétation herbacée au Sahel burkinabé " . *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 59 (3) (2006) 187 - 195

- [38] - J. YE, Y. GAO, Y. ZHANG, J. GAO et J. CUI, "Responses of biomass and species diversity to grazing intensity in alpine meadows of the Tibetan Plateau". *Ecological Engineering*, 90 (2016) 166 - 173
- [39] - V. RAKOTOARIMANANA et M. GROUZIS, "Effets à court terme du feu et du pâturage sur la qualité fourragère d'une savane à *Heteropogon contortus* du Sud-Ouest de Madagascar", *Revue, Elev, Méd, Vét, Pays trop*, 61 (2) (2008) 81 - 88
- [40] - F. DEMBELE, "Influence du feu sur la dynamique de la végétation post-culturelle en soudanienne nord du Mali : cas de la succession pyrophytique des stades jeunes d'abandon cultural dans le terroir de Missira (cercle de Kolokani)". UNESCO. *MAB.Young Scientists Awards* (2006) 4 p.
- [41] - P. DONFACK, "Végétation des jachères du nord Cameroun. Typologie, diversité, dynamique, production". Thèse de Doctorat des Sciences, Université de Yaoundé (1998) 225 p.
- [42] - M. KALID, H. ABDALLAH, A. MOHAMED et Y. ISMAIL, "Effects of controlled burning and grazing on herbaceous biomass and forage value in dry tropical rangelands", *J. Arid Land Stud.*, 25 (3) (2015) 201 - 210
- [43] - G. BALENT, D. ALARD D, V. BLANFORT et A. GIBON, "Activités de pâturage, paysages et biodiversité". *Ann. Zootech*, 47 (1998) 419 - 429
- [44] - C. C. HESSA, C. D. A. ALABI, A. S. ALASSAN et H. S. SANI WOROGO, "Le sylvopastoralisme et l'agrosylvopastoralisme pour aider à faire face au changement climatique en Afrique de l'Ouest", *INRAE Prod. Anim.*, Article, 37 (4) 7822 (2024) 11 p.