

Effets à court terme du feu et du pâturage sur la qualité fourragère d'une savane à *Heteropogon contortus* du sud-ouest de Madagascar

V. Rakotoarimanana ¹* M. Grouzis ²

Mots-clés

Heteropogon contortus – Savane – Ecologie du feu – Pâturage – Madagascar.

Résumé

Une étude expérimentale sur le rôle du feu et du pâturage a été conduite dans la région de Sakaraha (sud-ouest de Madagascar). L'objectif a été d'évaluer les effets conjugués ou séparés du feu appliqué selon différentes modalités (sans feu, feu précoce, feu tardif) et du pâturage (non pâturé, pâturé) sur l'évolution de la qualité fourragère d'une savane à *Heteropogon contortus* et *Poupartia caffra*. L'appréciation de cette qualité fourragère a été réalisée en étudiant la valeur pastorale et la valeur fourragère. Une étude diachronique a permis de montrer (a) une augmentation de la valeur pastorale par les feux et une diminution de celle-ci par le pâturage, (b) une augmentation des teneurs de l'ensemble des paramètres de la valeur fourragère des herbages en fonction des feux et du pâturage. La valeur pastorale et la valeur fourragère de cette savane sont deux indices qui évoluent généralement dans le même sens sous l'influence du feu.

■ INTRODUCTION

Les savanes sont largement représentées à Madagascar puisqu'elles couvrent environ 70 p. 100 du territoire (29). Bien que stationnellement assez riches, les savanes sont d'une grande pauvreté floristique (moins de 5 p. 100 de la biodiversité) et d'une grande homogénéité physiognomique (22, 29). Néanmoins, elles jouent un rôle économique majeur car elles assurent l'essentiel de l'alimentation des troupeaux dans les systèmes d'élevage extensif de Madagascar.

A Madagascar, les feux de brousse embrasent chaque année plusieurs centaines de milliers d'hectares (31). Dans 90 p. 100 des cas ces feux concernent les savanes et sont essentiellement dus aux feux de pâturage, le reste concerne les forêts et relève pour une grande part de la culture sur abattis brûlés. Alors que la dynamique de la végétation est certainement marquée par le passage annuel du feu, qui constitue une pratique courante de gestion de l'espace pastoral, on constate à l'échelle du pays un manque flagrant de travaux de

recherche sur les effets du feu sur la dynamique des savanes, contrairement à la dynamique des systèmes forestiers de l'Est (5, 16, 33, 36) et du Sud-Ouest (23, 37). Ces problèmes sont aussi bien abordés en Afrique sahélo-soudanienne (3, 7, 12, 14, 19, 24, 26, 27, 28).

Ces considérations ont conduit les auteurs à mettre en place une étude expérimentale sur l'influence du feu et du pâturage sur l'évolution de la qualité fourragère d'une savane à *Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult. (5), plus précisément d'une variante sèche de cette savane (29). Celle-ci couvre une surface équivalente aux deux tiers de la région Sud-Ouest et constitue un ensemble à l'aspect varié mais possédant en commun certaines analogies floristiques dont la principale est une strate graminéenne à base de *Heteropogon contortus*. La strate ligneuse est principalement constituée par *Poupartia caffra* (Sond.) H. Perrier, *Gymnosporia linearis* (L.f.) Loes et *Stereospermum euphorioides* (Bojer) A. DC.

Ce travail propose, par ailleurs, de comparer deux méthodes d'évaluation de la qualité fourragère : la valeur pastorale (établie par des inventaires floristiques) et la valeur fourragère (établie par analyse bromatologique). Un aspect important de la finalité de cette étude est sa contribution au développement du secteur élevage dans une région où cette activité occupe une grande place dans la vie socio-économique.

1. Département de biologie et écologie végétales, faculté des Sciences, BP 906, Université d'Antananarivo, Madagascar.

2. Antananarivo, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +261 20 3312 18621 ; e-mail : vonjison@yahoo.fr

■ MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Le site d'étude se trouve dans la partie méridionale de la plaine sédimentaire du sud-ouest de Madagascar, au sud du village de Beba Manamboay (22° 49' 30" de lat. S et 44° 35' 35" de long. E) et à une dizaine de kilomètres au nord de Sakaraha, dans la province de Toliary (figure 1).

Les précipitations annuelles moyennes à Sakaraha, station météorologique la plus proche du site d'étude, s'élèvent à 854 mm et se répartissent sur 64 jours de pluies pour la période 1935-1999 (32) (tableau I). Le cycle pluviométrique est caractérisé par une saison pluvieuse (de novembre à mars) qui reçoit près de 90 p. 100 des précipitations et une longue saison sèche (d'avril à octobre) pendant laquelle les précipitations mensuelles sont inférieures à 50 mm. Le déficit hydrique climatique annuel atteint 476 mm à Sakaraha (9). La température moyenne du mois le plus froid (juillet) est de 18 °C et celle du mois le plus chaud (janvier) est de 26,5 °C, tandis que la moyenne annuelle des températures moyennes est de 23 °C (30).

La région se caractérise par un climat de type subaride (9, 17). Elle appartient au paysage des « dômes sableux », épandages de sables roux plus ou moins évolués et tronqués, dans le domaine de l'Isalo (38). Les sols sont classés comme ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés (25). Ils sont généralement à texture sablo-argileuse à limoneuse et à structure massive à débit polyédrique anguleux. Ils présentent un enracinement faible mais avec une forte activité biologique par la présence de nombreuses termites.

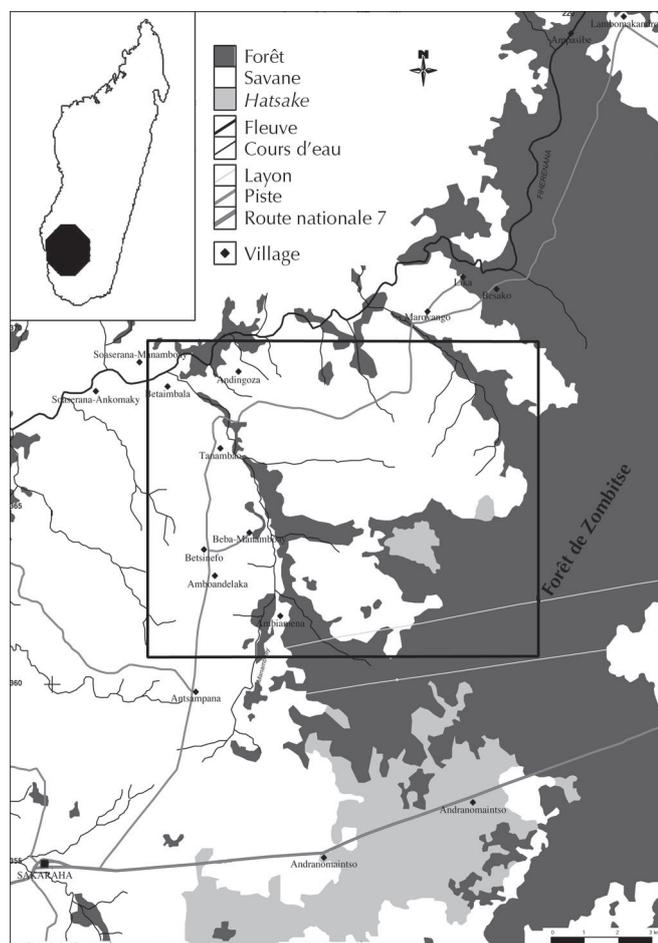


Figure 1 : zone de l'étude.

Tableau I

Variations des précipitations des trois années d'expérimentation et de la moyenne interannuelle sur la série 1935-1999

1998		1999		2000		Moyenne		CV (%)
P (mm)	nj	P (mm)	nj	P (mm)	nj	1935-1999	nj	
1482,4	75	1748,6	62	1531,3	65	854,2	64	30

P : précipitations ; nj : nombre de jours ; cv : coefficient de variation

La perméabilité de surface varie de 0,15 à 0,24 mm.s⁻¹. La teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm est en moyenne de 10 t.ha⁻¹ et celles de l'azote et du phosphore sont respectivement de 0,60 et 0,01 t.ha⁻¹ (34).

Conditions d'exploitation du site d'étude avant expérimentation

Le secteur est soumis à un élevage extensif pratiqué par les Bara, peuple de pasteurs constituant environ la moitié de la population locale. La savane est utilisée toute l'année pour le pâturage. Les feuilles basales et les repousses sont les parties sélectionnées par le bétail.

La charge est évaluée à 2 180 UBT entre juin et fin octobre, et 1 720 UBT entre novembre et fin mai. Ce qui correspond respectivement à une capacité de charge de 4 ha.UBT⁻¹ et 3 ha.UBT⁻¹ (35). La pression sur le milieu est donc modérée. Toutefois, ce bilan a été établi au cours de trois années exceptionnellement favorables (35).

L'ensemble du site est soumis annuellement à un feu tardif. En revanche, le feu précoce, qui ne présente aucun intérêt pour les éleveurs et leurs troupeaux, ne se produit que d'une manière aléatoire.

L'homogénéité de la zone d'étude a été testée sur trois critères : densité ligneuse, compacité et perméabilité du sol. Elle était homogène sur le plan de la répartition des ligneux. De plus, le sol n'offrait pas de discontinuité pour les critères de compacité et de perméabilité (34). C'est dans ces conditions qu'a été installé le dispositif expérimental.

Dispositif expérimental et paramètres

Le dispositif expérimental (figure 2) a été mis en place en juillet 1997. Il consistait en une expérience factorielle organisée en blocs aléatoires complets avec parcelles divisées. Les facteurs étudiés et leurs modalités ont été :

- le feu à trois modalités (non brûlé ; feu précoce effectué en juillet, début de saison sèche ; et feu tardif provoqué en octobre, fin de saison sèche) ;
- le pâturage à deux modalités (pâturé et non pâturé).

La zone d'expérimentation a été divisée en deux essais suivant les niveaux du facteur pâturage. Dans chaque essai, trois blocs ont été 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 a été clôturé pour une protection intégrale contre l'influence des animaux. L'essai pâturé n'a fait l'objet d'aucune restriction particulière. Les observations ont été menées pendant trois

années consécutives. La figure 3 montre le chronogramme des observations par rapport au traitement feu et à la mise en place de la protection.

Pour chaque traitement feu et pâturage, trois paramètres de la qualité fourragère ont été pris en considération : l'indice de qualité spécifique (Is), la valeur pastorale et la valeur fourragère.

Indice de qualité spécifique

L'Is a été établi sur une échelle de cotation de 0 à 3 (3). Ainsi sont considérées comme espèces de bonne valeur pastorale (Bvp), les espèces dont l'Is est égal à 3 ; de moyenne valeur pastorale (Mvp), les espèces dont l'Is est égal à 2 ; de faible valeur pastorale (Fvp), les espèces dont l'Is est égal à 1 ; et sans valeur pastorale (Svp), les espèces dont l'Is est égal à 0. Ces cotations ont été attribuées à chaque espèce en fonction du niveau d'appétibilité par les animaux et d'un certain nombre d'autres critères : valeur nutritive, assimilabilité, digestibilité...

Valeur pastorale

Elle a été calculée par la formule (11) :

$$VP = 1/3 \sum_{i=1}^n Csi * Isi \quad (0 < Csi < 1)$$

où Csi est la contribution spécifique de l'espèce i (Csi = ni/Σni, ni étant la fréquence absolue de l'espèce i), établie à partir de relevés linéaires. Il s'agissait de deux lignes permanentes de 10 m chacune, matérialisées par un décimètre tendu au-dessus du toit du tapis herbacé et installées au milieu de chaque parcelle, parallèles à l'une de

ses diagonales. Ces deux lignes étaient distantes de 4 m. La lecture a été effectuée tous les 20 cm permettant d'obtenir un échantillonnage de 100 points par parcelle soit 300 points par traitement. La valeur ainsi obtenue est aussi appelée indice global (ou synthétique de qualité). Cet indice renseigne sur l'importance de fourrage de qualité (ou fourrage qualifié) produit par la végétation.

Valeur fourragère

Elle dépend de deux éléments essentiels :

- de la valeur azotée caractérisée par la matière azotée digeste ou MAD (g/kg de matière sèche) selon la formule (13) $MAD = 9,29 MAT - 35,2$, où MAT est la matière azotée totale exprimée en pourcentage de la matière sèche obtenue par la méthode de Kjeldahl ;
- de la valeur énergétique (UF) obtenue par l'utilisation de la table de Dijkstra (15) en connaissant la teneur en matières sèches, en cendres et en cellulose brute * du fourrage.

■ RESULTATS

Analyse de la composition pastorale : le spectre fourrager

La flore recensée au cours de l'année 1999 sur la ligne permanente des différents traitements n'a été constituée que de 27 espèces herbacées appartenant à 25 genres repartis dans 13 familles (tableau II). L'importance des genres et espèces a varié en fonction des différentes familles comme suit : *Poaceae* : 6 genres, 6 espèces ; *Leguminosae* : 4 genres, 5 espèces ; *Rubiaceae* : 2 genres, 3 espèces ; *Convolvulaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae* : 2 genres, 2 espèces ; *Cucurbitaceae*, *Polygalaceae*, *Sterculiaceae*, *Malvaceae*, *Caryophyllaceae*, *Euphorbiaceae*, *Aizoaceae* : 1 genre monospécifique.

La famille des *Poaceae* a été la plus représentée, suivi de celles des *Leguminosae* et des *Rubiaceae*. Ces trois familles ont rassemblé 14 espèces, soit 51,8 p. 100 de l'effectif total. Trois autres familles (*Convolvulaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae*) représentaient 22,2 p. 100 de l'effectif total avec deux espèces pour chacune d'elles. Les autres familles (*Cucurbitaceae*, *Polygalaceae*, *Sterculiaceae*, *Malvaceae*, *Caryophyllaceae*, *Euphorbiaceae* et *Aizoaceae*) n'ont été représentées que par une seule espèce.

La diversité spécifique des différentes catégories fourragères a été assez variable : 4 espèces à Bvp, 12 à Mvp, 8 à Fvp et

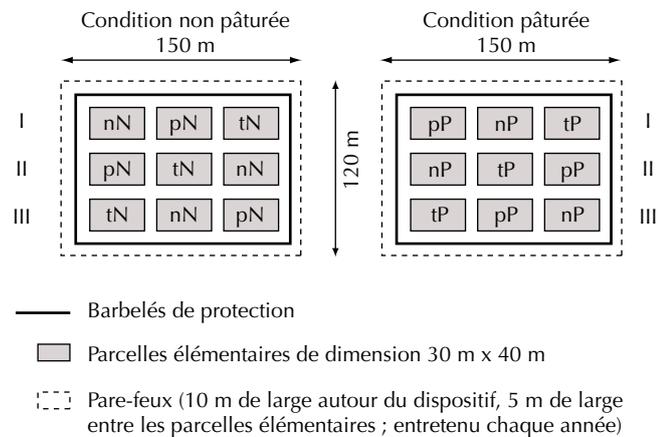


Figure 2 : dispositif expérimental ; n : non brûlé ; p : feu précoce ; t : feu tardif ; N : non pâturée ; P : pâturée ; I, II, III : blocs.

* Reliquat de la matière organique après attaque avec un mélange d'acides (acétique, trichloracétique, nitrique) d'un échantillon de fourrage, sous ébullition pendant 30 min.

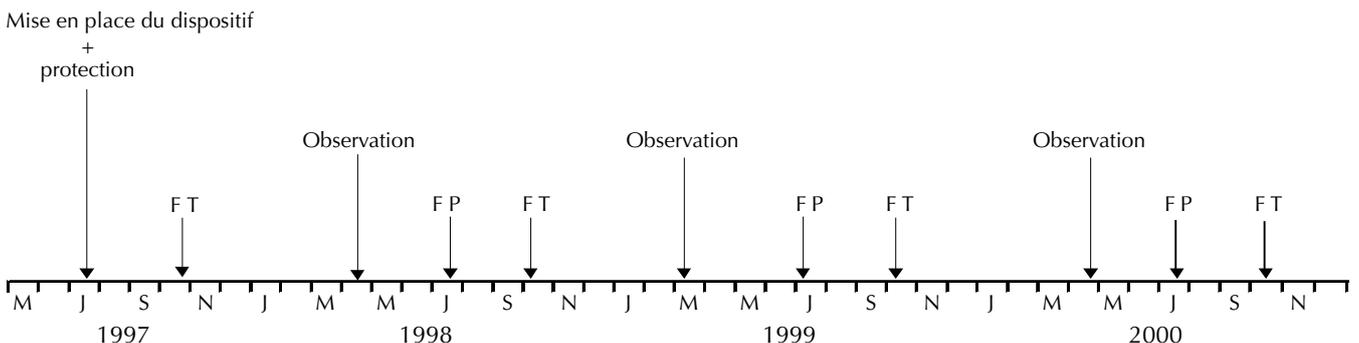


Figure 3 : chronogramme des interventions et des observations. Interventions : protection et mise à feu ; FP : feu précoce ; FT : feu tardif.

Tableau II

Composition de la végétation pastorale et recouvrement moyen des espèces dans les différents traitements de l'année 1999

Espèce	Famille	Is	nN	pN	tN	nP	pP	tP	Rsm (%)
<i>Anthospermum thymoides</i>	Rubiaceae	3	3,67	15	4	2,33	18,67	1	7,44
<i>Heteropogon contortus</i>	Poaceae	3	45,67	11,67	43,33	27	19,67	17,67	27,50
<i>Panicum pseudozeltkowi</i>	Poaceae	3	–	4	–	–	2,33	–	3,16
<i>Tridax procumbens</i>	Asteraceae	3	0,33	3,33	0,67	4	4,33	2,33	2,5
<i>Aristida congesta</i>	Poaceae	2	0,33	0,33	–	0,33	0,67	2	0,73
<i>Cassia mimosoides</i>	Leguminosae	2	–	–	–	–	0,67	–	0,67
<i>Crotalaria cyanoxantha</i>	Leguminosae	2	–	–	–	0,33	–	–	0,33
<i>Eragrostis cylindriflora</i>	Poaceae	2	–	–	–	–	–	0,33	0,33
<i>Indigofera diversifolia</i>	Leguminosae	2	–	0,67	0,33	–	–	–	0,5
<i>Merremia tridentata</i>	Convolvulaceae	2	–	0,33	–	–	–	–	0,33
<i>Oldenlandia lancifolia</i>	Rubiaceae	2	0,33	3	1	0,67	2	0,33	1,22
<i>Sporobolus festivus</i>	Poaceae	2	7,33	1,67	6,67	7	3	4,33	5
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	2	–	–	–	–	0,33	–	0,33
<i>Crotalaria sp.</i>	Leguminosae	2	–	–	–	–	0,67	–	0,67
<i>Indigofera tenuipes</i>	Leguminosae	2	0,33	0,67	0,33	0,33	0,67	–	0,47
<i>Polygala schoenlankii</i>	Polygalaceae	2	0,33	5	2,67	0,33	–	0,33	1,73
<i>Bulbostylis mahafaliensis</i>	Cyperaceae	1	2	1	–	1	0,33	1,33	1,13
<i>Evolvulus alsinoides</i>	Convolvulaceae	1	–	–	–	–	0,33	–	0,33
<i>Pycnus commersoni</i>	Cyperaceae	1	0,33	0,33	0,33	0,33	–	–	0,33
<i>Schizachyrium brevifolium</i>	Poaceae	1	2,33	0,67	3	4,33	2,33	1,67	2,39
<i>Waltheria indica</i>	Sterculiaceae	1	–	–	–	0,33	–	–	0,33
<i>Hibiscus sidiformis</i>	Malvaceae	1	–	–	–	–	0,67	–	0,67
<i>Oldenlandia virgata</i>	Rubiaceae	1	–	1,33	0,33	0,33	0,33	–	0,58
<i>Polycarpea corymbosa</i>	Caryophyllaceae	1	–	2,67	2	0,33	0,67	1	1,33
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	0	–	5,33	0,33	1,33	5	3,33	3,06
<i>Laggera alata</i>	Asteraceae	0	–	–	–	–	0,33	–	0,33
<i>Mollugo nudicaulis</i>	Aizoaceae	0	–	1,33	0,33	–	0,33	0,67	0,66

Is : indice spécifique ; nN : non brûlé non pâturé ; pN : feu précoce non pâturé ; tN : feu tardif non pâturé ; nP : non brûlé pâturé ; pP : feu précoce pâturé ; tP : feu tardif pâturé ; Rsm : recouvrement spécifique moyen de l'ensemble des traitements

3 Svp (tableau II). Le recouvrement spécifique moyen (Rsm) de l'ensemble des traitements a paru faible : une seule espèce a présenté un recouvrement moyen supérieur ou égal à 10 p. 100 : *Heteropogon contortus* avec 27,5 p. 100. C'est une espèce à indice de qualité égal à 3, c'est-à-dire de bonne valeur pastorale. Deux autres espèces, *Anthospermum thymoides* (7,4 p. 100) et *Sporobolus festivus* (5 p. 100) ont été moyennement productives avec un recouvrement de l'ordre de 5 p. 100. Ces deux espèces ont respectivement un indice de qualité égal à 3 (Bvp) et 2 (Mvp). Les plantes de faible et sans valeur pastorale ont eu des recouvrements moyens très faibles (inférieurs à 3 p. 100). De plus, le tableau II montre des tendances pour certaines espèces : *Anthospermum thymoides* et *Euphorbia hirta* ont semblé favorisées par le feu précoce, tandis que *Sporobolus festivus* a semblé défavorisée par ce type de feu ; *Tridax procumbens* a semblé favorisée par le feu précoce et le pâturage ; *Schizachyrium brevifolium* a semblé défavorisée par les feux et *Heteropogon contortus* par le pâturage.

La richesse spécifique de la flore pastorale a varié selon les traitements (tableau III). Les feux précoces ont semblé favoriser la richesse spécifique. La protection totale a semblé au contraire défavorable au nombre d'espèces, entraînant la forte dominance des graminées.

Feu, pâturage et contributions spécifiques

Les contributions spécifiques des différentes catégories d'espèces herbacées ont varié aussi en fonction des traitements (tableau IV). En général, l'absence de feu tendait à diminuer la contribution des bonnes espèces fourragères au profit d'espèces à faible valeur. Le feu a été favorable à l'apparition d'espèces non pastorales. Le pâturage tendait à diminuer les contributions spécifiques des plantes de bonne et moyenne valeur pastorale mais à augmenter celles des plantes de faible et sans valeur pastorale.

Tableau III

Nombre d'espèces relevées selon les traitements

Traitement	pP	pN	nP	tN	tP	nN
Nb. espèces	20	18	16	14	13	11

pP : feu précoce pâturé ; pN : feu précoce non pâturé ; nP : non brûlé pâturé ; tN : feu tardif non pâturé ; tP : feu tardif pâturé ; nN : non brûlé non pâturé

Tableau IV

Contributions spécifiques des catégories d'espèces herbacées fourragères en fonction des différents traitements pour les trois années d'observation

Année	Bonne valeur pastorale (%)			Moyenne valeur pastorale (%)			Faible valeur pastorale (%)			Sans valeur pastorale (%)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Non pâturé												
Non brûlé	84,3	78,8	71,3	12,2	13,7	10,2	3,5	7,4	18,4	0	0	0
Feu précoce		58,6	75,5		21,8	15,9		8,0	7,7		11,5	0,7
Feu tardif	83,2	73,5	79,9	12,5	17,3	12,9	4,3	8,1	6,7	0	1,0	0,4
Pâturé												
Non brûlé	86,5	66,2	59,8	7,4	18,5	8,9	6,0	12,6	30,8	0	2,6	0,3
Feu précoce		71,0	74,2		13,1	13,4		6,8	8,1		8,9	4,3
Feu tardif	81,2	57,8	64,8	16,2	20,2	18,6	2,5	11,0	12,6	0	11,0	3,8

Feu, pâturage et valeur pastorale

La qualité d'un pâturage peut être exprimée par la valeur pastorale, en l'absence d'analyses chimiques et/ou bromatologiques. Le feu et le pâturage, considérés comme des facteurs d'équilibre des herbages, agissent sur la valeur pastorale. Le tableau V représente les variations dans le temps des valeurs pastorales des parcours à *Heteropogon contortus* en fonction des différents traitements. Généralement, l'absence de feu a entraîné une baisse progressive de la valeur pastorale. Le pâturage a eu pour effet de diminuer la valeur pastorale dans tous les traitements. Ces variations étaient intimement liées à la proportion des espèces à indice de qualité supérieure.

Feu, pâturage et valeur fourragère

La qualité des pâturages peut aussi être exprimée par la valeur fourragère. Le tableau VI donne les variations des paramètres de valeur fourragère en fonction des traitements par le feu en conditions non pâturées et pâturées. La mesure a été effectuée à la mi-mars 1999, période pendant laquelle la végétation herbacée dominante de la région est en début de montaison. Les analyses ont été effectuées sur des échantillons de phytomasse herbacée toutes

espèces et organes confondus. La partie inférieure du tableau montre les résultats de l'analyse de variance.

Le feu a généralement amélioré la valeur fourragère en augmentant les teneurs en cendres, en matières azotées et le rapport nutritionnel des herbages quelles qu'aient été les conditions de pâturage. Le pâturage a amélioré l'ensemble des paramètres de la valeur fourragère des herbages en augmentant les teneurs en cendres, en matières azotées, l'unité fourragère et le rapport nutritionnel, et en diminuant la teneur en cellulose. Dans l'ensemble, le rapport nutritionnel était faible et caractérisait des herbages de qualité médiocre.

■ DISCUSSION

L'absence de feu a diminué la valeur pastorale. De même, le pâturage a entraîné une baisse progressive de celle-ci. Ces variations étaient principalement liées aux variations de la composition floristique, en particulier de la proportion de *Poaceae* dont les espèces ont un indice de qualité spécifique élevé et dépendent de la variabilité des précipitations. Si la proportion de *Poaceae* augmentait, la valeur pastorale augmentait et inversement. Des résultats similaires ont été trouvés en milieu sahélien (1, 4).

Pour ce qui concerne la valeur fourragère, le feu a augmenté les teneurs en cendres et en matières azotées quelles qu'aient été les conditions de pâturage. Le pâturage a amélioré l'ensemble des paramètres de la valeur fourragère des herbages. En effet, ces deux facteurs ont permis les repousses, riches en matières azotées (10, 35). Ces résultats corroborent aussi l'idée que les coupes successives de l'appareil végétatif des *Poaceae* favorisent à chaque fois un nouveau départ des pousses basales (11).

Au moment du maximum du cycle de production (mars) et en conditions actuelles, c'est-à-dire végétation pâturée soumise à un feu tardif, l'herbage contenait 6 p. 100 de MAT. Des résultats similaires ont été obtenus dans la même zone d'étude et à la même période (35), par l'analyse des différents organes végétaux broutés préférentiellement par les animaux. Des valeurs comparables à celle de la présente étude ont été trouvées aussi dans le moyen ouest de Madagascar au moment de la montaison (période globalement comparable à la présente étude) (18). Etant donné qu'un fourrage contenant moins de 7 p. 100 de MAT est un fourrage pauvre

Tableau V

Valeur pastorale des parcours en fonction des différents traitements pour les trois années d'observation

Année	1998	1999	2000
Non pâturé			
Non brûlé	93,6	90,5	84,3
Feu précoce		75,9	88,7
Feu tardif	93	87,8	90,8
Pâturé			
Non brûlé	93,5	82,8	76,1
Feu précoce		82,1	85,8
Feu tardif	93	74,9	81,5

Tableau VI

Variations des paramètres de valeur fourragère en fonction des traitements feu et pâturage après la deuxième année d'expérimentation (mi-mars 1999)

	Cendres (% MS)	MAT (% MS)	Cellulose (% MS)	MAD (/kg MS)	UF (/kg MS)	Rapport nutritionnel
Non pâturé						
Non brûlé	6,15 ^A	4,21 ^A	40,71 ^A	3,93 ^A	0,44 ^A	8,9 ^A
Feu précoce	9,73 ^B	5,26 ^B	39,88 ^A	13,71 ^B	0,42 ^A	32,6 ^B
Feu tardif	8,19 ^C	5,04 ^{AB}	39,62 ^A	11,62 ^{AB}	0,43 ^A	27,0 ^{AB}
Pâturé						
Non brûlé	8,80 ^a	6,03 ^a	37,81 ^b	20,80 ^a	0,46 ^b	45,2 ^a
Feu précoce	12,17 ^b	7,87 ^b	34,21 ^b	37,89 ^b	0,52 ^b	72,8 ^b
Feu tardif	9,66 ^c	6,11 ^{ab}	36,71 ^b	21,59 ^{ab}	0,48 ^b	45,0 ^{ab}
Probabilité						
Théorique	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Feu	0,00 HS	0,00 HS	0,22 NS	0,00 HS	0,67 NS	0,00 HS
Pâturage	0,00 HS	0,00 HS	0,00 HS	0,00 HS	0,01 S	0,02 S
Interaction	0,64 NS	0,21 NS	0,40 NS	0,21 NS	0,21 NS	0,41 NS

MS : matière sèche ; MAT : matière azotée ; MAD : matière azotée digestible totale ; UF : unité fourragère

Les moyennes suivies de mêmes lettres sont statistiquement homogènes au seuil de $p < 0,05$

NS : non significatif ; S : significatif ; HS : très significatif

(21), on peut dire que la savane à *Heteropogon contortus* est de faible qualité fourragère du moins au début de la floraison et de la fructification.

Ces valeurs étaient légèrement inférieures à celles enregistrées au Sahel (9 p. 100) (6) et largement inférieures à celles enregistrées à la Mare d'Oursi au Burkina Faso (11 à 15 p. 100) (8, 20) au même stade phénologique. Cette différence est explicable par la dominance de thérophytes, essentiellement des *Poaceae* et des *Leguminosae* à la Mare d'Oursi, par opposition à la présente formation à *Heteropogon contortus* dominée par des pérennes à forte proportion de matières mortes et de thérophytes à faible indice de qualité spécifique.

Comme le rapport nutritionnel a été globalement faible (entre 9 et 72 suivant les traitements), les pâturages ont donc été médiocres. Ceci est explicable par le fait que la mesure a été effectuée à un stade phénologique relativement avancé (mi-mars). Des valeurs plus élevées (rapport nutritionnel = 109) ont été enregistrées sur ces mêmes parcours en pleine période de croissance végétative (décembre-janvier) (35). Ces résultats corroborent le fait que le rapport nutritionnel décroît rapidement en fonction de l'avancée de la phénologie (8).

CONCLUSION

Les effets du feu et du pâturage sur la valeur pastorale ont été opposés. Le feu a augmenté la valeur pastorale des herbages tandis que le pâturage l'a diminuée. Les variations observées dépendaient surtout de la proportion des *Poaceae*. Pour la valeur fourragère, le feu a augmenté les teneurs en cendres et en matières azotées qu'aient été les conditions de pâturage. De même, le pâturage a amélioré l'ensemble des paramètres de la valeur fourragère des herbages. Compte tenu du fait que le feu précoce améliore la qualité des herbages par les repousses qu'il provoque au cours de la

saison sèche (riches en azote), et la charge n'est pas limitante dans le secteur d'étude, l'éleveur pratiquera ce type de feu.

Les résultats obtenus par les analyses bromatologiques ont permis de conclure que la valeur fourragère des savanes à *Heteropogon contortus* était faible, impliquant une nécessaire complémentation azotée. C'est l'exploitation des ressources complémentaires dues à la diversité des biotopes *sensu lato* (forêts, milieux humides) qui permettrait au bétail de maintenir dans sa ration un niveau satisfaisant de matières azotées. Au vu de ces résultats, ce travail peut contribuer à l'orientation de recherches plus appliquées, visant à l'utilisation rationnelle des ressources pastorales, non seulement dans le sud-ouest de Madagascar, mais également dans d'autres écosystèmes très comparables.

BIBLIOGRAPHIE

- AKPO L.E., BANOIN M., GROUZIS M., 2003. Effet de l'arbre sur la production et la qualité fourragères de la végétation herbacée : bilan pastoral en milieu sahélien. *Revue Méd. vét.*, **154** : 619-628.
- AKPO L.E., GROUZIS M., BA A.T., 1995. L'arbre et l'herbe en Sahel : effets de l'arbre sur la composition chimique des pâturages naturels du Nord-Sénégal (Afrique de l'Ouest). *Revue Méd. vét.*, **146** : 663-670.
- AKPO L.E., GROUZIS M., 2000. Valeur pastorale des herbages en région soudanienne : le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal. *Tropicicultura*, **18** : 1-8.
- AKPO L.E., MASSE D., GROUZIS M., 2002. Durée de jachère et valeur pastorale de la végétation herbacée en zone soudanienne au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **55** : 275-283.
- BOSSER J., 1969. Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar. Paris, France, Orstom, 440 p. (Mémoire n° 35)

6. BOUDET G., 1978. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Maisons-Alfort, France, Lemvt, 258 p. (Manuel et précis d'élevage n° 4)
7. BREMAN H., CISSE A.M., 1977. Dynamic of Sahelian pastures in relation to drought and grazing. *Ecologia*, **28**: 301-315.
8. CLAUDE J., GROUZIS M., MILLEVILLE P., 1991. Un espace sahélien : la mare d'Oursi, Burkina Faso. Paris, France, Orstom, 239 p.
9. CORNET A., 1974. Essai cartographique bioclimatique à Madagascar. Paris, France, Orstom. (Notice explicative n° 55)
10. DAGET P., GODRON M., 1995. Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés. Paris, France, Hatier, Aupelf-Uref, 510 p.
11. DAGET P., POISSONNET J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. *Ann. Agron.*, **22** : 5-41.
12. DAUGET J.M., MENAUT J.-C., 1992. Evolution sur 20 ans d'une parcelle de savane boisée non protégée du feu dans la Réserve de Lamto (Côte d'Ivoire). *Candollea*, **47** : 621-630.
13. DEMARQUILLY C., WEISS P., 1970. Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. Versailles, France, Inra, **42** : 64 p.
14. DEMBELE F., 1996. Influence du feu et du pâturage sur la végétation et la biodiversité dans les jachères en zone soudanienne-nord. Cas des jeunes jachères du terroir de Missira (Cercle de Kolokani), Mali. Bamako, Mali, Institut d'économie rurale / Montpellier, France, Cnrs-Cefé, 179 p.
15. DIJKSTRA N.D., 1957. Research into the digestibility and feeding value of some grass species and grass of leys. *Versl. Landbouwk. Onderz.*, **1** : 63 p.
16. FOFIFA, 1997. Un système agro-écologique dominé par le Tavy : la région de Beforona, falaise est de Madagascar. *Cah. Terre-Tany*, **6** : 153 p.
17. FOFIFA, ANAE, CIRAD, 1997. Bilan et évaluation des travaux et réalisation en matière de conservation des sols à Madagascar. Atlas des cartes. Montpellier, France, Cirad-CA, 5 p.
18. GRANIER P., 1974. Synthèse des travaux du service d'agrostologie (1963-1973). Région de recherches de Madagascar. Paris, France, Orstom, 73 p.
19. GRANIER P., CABANIS Y., 1976. Les feux courants et l'élevage en savane soudanienne. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **29** : 267-275.
20. GROUZIS M., 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina faso). Paris, France, Orstom, 336 p. (Coll. Etudes et thèses)
21. GUERIN H., 1999. Valeur alimentaire des fourrages cultivés. In : Roberge G., Toutain B., eds, Cultures fourragères tropicales. Montpellier, France, Cirad, p. 93-145. (Coll. Repères)
22. KOEHLIN J., GUILLAUMET J.-L., MORAT P., 1974. Flore et végétation de Madagascar. Vaduz, Germany, Gantner Verlag, 687 p.
23. LASRY F., GROUZIS M., MILLEVILLE P., RAZANAKA S., 2004. Dynamique de la déforestation et agriculture pionnière dans le sud-ouest de Madagascar : exploitation diachronique de l'imagerie satellitale haute résolution. *Photo interpretation* (1) : 26-47.
24. LE FLOC'H E., DEMBELE F., YOSSE H., 2000. Succession et diversité floristique des jeunes jachères. Influence du feu et du pâturage (zone soudanienne nord du Mali). In : Floret C., Pontanier R., eds, Actes sémin. int. La jachère en Afrique tropicale : rôles, aménagement, alternatives, Dakar, Sénégal. Paris, France, John Libbey Eurotext, vol. 1, p. 415-421.
25. LEPRUN J.-C., 2000. Compte-rendu de mission. Antananarivo, Madagascar, Orstom-Cnre, 8 p.
26. MITJA D., 1992. Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Booro-Borotow-Touba). Paris, France, Orstom, 270 p. (Coll. Etudes et thèses)
27. MONNIER Y., 1968. Les effets des feux de brousse sur une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Etud. Eburnéennes*, **9** : 268 p.
28. MONNIER Y., 1990. La poussière et la cendre : paysage, dynamique des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest, 2^e éd. Paris, France, ministère de la Coopération et du Développement, 264 p.
29. MORAT P., 1973. Les savanes du sud-ouest de Madagascar. Paris, France, Orstom, 235 p. (Mémoires n° 68)
30. OLDEMAN L.R., 1991. An agroclimatic characterization of Madagascar. Wageningen, The Netherlands, ISRIC, 64 p. (Technical Paper 21)
31. ONE, INSTAT, 1994. Rapport sur l'état de l'environnement à Madagascar. Antananarivo, Madagascar, Pnud / Banque mondiale, 208 p.
32. ORSTOM, DMH, CNRE, 1995. Banque de données pluviométriques de Madagascar. Antananarivo, Madagascar, Orstom.
33. PFUND J.-L., BRAND J., RAVOAVY L., RAZAFINTSALAMA V., 1997. Culture sur brûlis : bilan de nutriments et successions écologiques. *Cah. Terre-Tany* (6) : 68-88.
34. RAKOTOARIMANANA V., 2002. Feu, pâturage et dynamique des savanes à *Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult. dans le sud-ouest de Madagascar (région de Sakaraha). Thèse 3^e cycle, Université d'Antananarivo, Madagascar, 177 p.
35. RANAIVOARIVELO N., 2002. Elevage bovin et exploitation d'un espace agropastoral dans le sud-ouest de Madagascar (région de Sakaraha). Thèse, Université de Strasbourg, France, 259 p.
36. RAVAOARINIVO N.H., 1998. Impacts des feux de végétation sur les faciès forestiers dans la région de Beparasy. DEA, faculté des Sciences, Université de Tananarive, Madagascar, 62 p.
37. RAZANAKA S., GROUZIS M., MILLEVILLE P., MOIZO B., AUBRY C., eds, 2001. In : Actes atelier Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar, Antananarivo, 8-10 nov. 1999. Antananarivo, Madagascar, Cnre-IRD, 400 p.
38. SOURDAT M., 1977. Le sud-ouest de Madagascar. Morphogénèse et pédogénèse. Paris, France, Orstom, 212 p.

Reçu le 02.02.2006, accepté le 18.07.2008

Summary

Rakotoarimanana V., Grouzis M. Short Term Effects of Burning and Grazing on the Forage Quality of a *Heteropogon contortus*-Dominated Savanna in the Southwest of Madagascar

An experimental study of the effects of burning and grazing was carried out in Sakaraha area (SW Madagascar). The objectives were to evaluate the combined or separate effects of burning and grazing on the forage quality of a *Heteropogon contortus*- and *Poupartia caffra*-dominated savanna. Three burning treatments (no burning, early burning and late burning) and two grazing treatments (grazed, ungrazed) were compared. The forage quality was assessed by studying the grazing value and the forage value. A diachronic study showed (a) burning increased the pasture value and grazing decreased it, (b) burning and grazing could increase the rates of forage value parameters. Both index values (pasture and forage values) had overall the same evolution after burning.

Keywords: *Heteropogon contortus* – Savanna – Fire ecology – Grazing – Madagascar.

Resumen

Rakotoarimanana V., Grouzis M. Efectos a corto plazo del fuego y del pastoreo sobre la calidad forrajera en una sabana de *Heteropogon contortus* en el sud oeste de Madagascar

Se llevó a cabo un estudio experimental sobre el papel del fuego y del pastoreo en la región de Sakaraha (sur oeste de Madagascar). El objetivo fue el de evaluar los efectos conjuntos o separados del fuego aplicado según diferentes modalidades (sin fuego, fuego precoz, fuego tardío) y del pastoreo (pastoreo o no) sobre la evolución de la calidad del forraje en una sabana de *Heteropogon contortus* y *Poupartia caffra*. La apreciación de esta calidad forrajera se realizó estudiando el valor pastoril y el valor forrajero. Un estudio diacrónico permitió demostrar (a) un aumento del valor pastoril mediante los fuegos y una disminución de este a través del pastoreo, (b) un aumento del contenido del conjunto de los parámetros de valor forrajero de los pastos en función de los fuegos y del pastoreo. El valor pastoril y el valor forrajero de esta sabana son dos índices que, bajo la influencia del fuego, evolucionan generalmente en el mismo sentido.

Palabras clave: *Heteropogon contortus* – Sabana – Ecología del fuego – Pastoreo – Madagascar.