

Influence de la localité, de l'année et de la saison sur la productivité et la qualité des herbes de parcours naturels en zone soudanienne au Tchad

Imran Ahmat Chaïb^{1*} Adi Mama² Paolo Lesse²
Bello Orou Daouda³ Koussou Mian-Oudanang⁴
Laurent Bonnal^{5,6} Séverin Babatounde⁷ Jean-Luc Hornick⁸

Mots-clés

bovin, terre de pâturage, capacité de charge, teneur en nutriments (alimentation animale), Tchad

OPEN ACCESS

© I. Ahmat Chaïb *et al.*, 2026
published by Cirad



This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY).

Type: Research article

Submitted: 20 January 2025

Accepted: 16 October 2025

Online: 16 March 2026

DOI: 10.19182/remvt.37674

Résumé

Contexte : Au Tchad, les parcours naturels constituent la base de l'alimentation des ruminants. Leur productivité est tributaire des conditions édaphiques et climatiques. Dans le département de Barh Kôh, dans la zone soudanienne, la productivité des parcours naturels, l'ingestion au pâturage et la contribution des différentes catégories d'herbacées au régime alimentaire des bovins sont mal connues, ce qui rend difficile la formulation de rations complémentaires. **Objectif** : Cette investigation se propose de quantifier l'ingestion au pâturage et de caractériser la qualité des fourrages consommés en fonction de la localité (sous-préfecture), de l'année et de la saison. **Méthodes** : Les travaux ont été conduits sur quatre parcours naturels distincts. La productivité de ces parcours a fait l'objet d'une première évaluation en 2019, suivie d'une réévaluation en 2021. Une étude du comportement alimentaire des bovins zébu Goudali (*Bos taurus indicus*) localement appelé (Bogolodji ou Bokolodji) a été réalisée durant la saison pluvieuse, sur une période de 10 jours pour chaque parcours. **Résultats** : La productivité et la capacité de charge des parcours naturels étaient de $3,4 \pm 0,4$ t MS/ha et $1,2 \pm 0,3$ UBT/ha/an respectivement. La productivité a varié significativement entre les localités ($p < 0,05$) et a été influencée par l'année ($p < 0,001$). Suite aux importantes précipitations enregistrées en 2019 (1 237 mm d'eau), la productivité a été plus élevée (4,7 t MS/ha), mais elle a diminué de 50 % en 2021 par rapport à la moyenne des années précédentes. La saison n'a pas eu d'effet significatif sur la productivité des parcours ($p > 0,05$) ($3,3 \pm 0,5$ et $3,0 \pm 0,4$ t MS/ha, en pleine saison pluvieuse et au début de la saison sèche respectivement). Les bovins Goudali ont ingéré 7,9 kg de MS par jour d'herbes de parcours naturels constituées pour moitié de graminées, pour un quart de légumineuses herbacées et pour un quart de ligneux ayant pour valeurs 0,55 UFL et 0,47 UFV par kg de MS. Les valeurs de PDIN (92 g/kg MS) sont en moyenne de 10 % supérieures à celles des PDIE (82 g/kg MS). **Conclusions** : Ces résultats permettent une gestion efficace des parcours naturels de type Soudanien et d'orienter les stratégies de supplémentation des bovins au Tchad.

■ Comment citer cet article : Ahmat Chaïb, I., Mama, A., Lesse, P., Orou Daouda, B., Mian-Oudanang, K., Bonnal, L., Babatounde, S., & Hornick, J.-L. (2026). Influence de la localité, de l'année et de la saison sur la productivité et la qualité des herbes de parcours naturels en zone soudanienne au Tchad. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 79, 37674. <https://doi.org/10.19182/remvt.37674>

1. Faculté des Sciences exactes et appliquées, Université de N'Djamena, Tchad
2. Laboratoire d'Écologie appliquée (LEA), Faculté des Sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
3. Laboratoire de Phytotechnie, physiologie et d'amélioration génétique des espèces végétales (PAGEF), Faculté des Sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
4. Institut de Recherche en élevage pour le développement, Tchad
5. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France
6. SELMET, Université de Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France
7. Laboratoire des Sciences animales (LaSA), Université d'Abomey-Calavi, Bénin
8. Département de Gestion vétérinaire des productions animales, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Belgique

* Pour la correspondance

Tél. : + 235 68 99 69 96, E-mail : imranaca080@gmail.com

■ INTRODUCTION

L'élevage constitue non seulement l'une des principales activités socioéconomiques des populations africaines, mais également une source de nutrition pour les communautés rurales pauvres dont les moyens d'existence s'appuient sur l'agriculture pluviale (Djohy *et al.*, 2022). Au Tchad, l'élevage contribue au PIB national à hauteur de 18 % et procure des revenus directs ou indirects à 40 % de la population (Réounodji, 2011). L'élevage des ruminants est majoritairement de type pastoral (transhumant, nomade), dominé par les systèmes extensifs qui sont tributaires des pâturages naturels (Bazin *et al.*, 2013). L'effectif du cheptel de ruminants domestiques est de 33,3 millions de têtes de bovins, 42 millions de têtes d'ovins et 44 millions

de têtes de caprins (FAOSTAT, 2023). Les productions annuelles de viande de ruminants et de lait sont estimées à 806 500 tonnes et 432 000 tonnes respectivement. En dépit de son importance, l'élevage en général, et celui des ruminants en particulier, repose encore sur l'exploitation des jachères, des savanes et des forêts dans les milieux soudano-sahéliens. Il est aujourd'hui menacé par les nouvelles conditions climatiques qui affectent négativement les capacités productives des pâturages naturels (Abdou *et al.*, 2020 ; Djohy & Sounon Bouko, 2021).

Dans ces conditions évolutives du climat, il est fondamental d'évaluer l'herbe disponible sur les parcours naturels afin d'adapter la charge animale et de proposer des solutions alternatives à l'élevage extensif (Chebli *et al.*, 2018). La connaissance des relations entre l'animal et le pâturage naturel est essentielle pour aboutir à des références techniques concernant la gestion des écosystèmes pastoraux et à des modèles de prévision des performances animales (Guérin *et al.*, 1988). Dans la zone du Barh Kôh au Tchad, les connaissances relatives à la productivité des parcours naturels, au comportement alimentaire des bovins de races locales et à la valeur nutritive des fourrages ingérés au pâturage sont limitées et sont une contrainte à la formulation des rations complémentaires données à ces animaux (Chebli *et al.*, 2014 ; Djatal A. K., 2011). L'objectif fondamental de cette étude est d'évaluer l'influence de la localité, de l'année et de la saison sur la productivité et la qualité des herbes de parcours naturels du département de Barh Kôh, en zone soudanienne au Tchad.

■ MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'étude s'est déroulée dans le Barh Kôh, département de la province du Moyen-Chari situé dans la zone soudanienne du Tchad. Ce département couvre une superficie de 17 258 km² et est compris entre les

latitudes 8° 30' 00'' et 10° 30' 00'' Nord et les longitudes 17° 30' 00'' et 18° 30' 00'' Est. Son altitude varie entre 326 et 388 m (Madjimbe *et al.*, 2018). Le climat, de type tropical subhumide, est caractérisé par une saison des pluies de juin à octobre, avec une concentration des pluies en juillet et août, et une saison sèche de novembre à avril. La pluviométrie oscille entre 900 et 1 200 mm par an, avec une moyenne annuelle de 983 mm. La température dépasse régulièrement les 40 °C (Sougnabé, 2003). L'humidité varie entre 32 et 85 % selon les mois (moyenne de 61 %) (Dongock *et al.*, 2017).

Les quatre sous-préfectures que compte le département de Barh Kôh ont été choisies pour l'étude de la productivité et de la valeur nutritive des pâturages. Il s'agit de Balimba, Koumogo, Moussa Foyo et Sarh rural (figure 1). Les pluies y ont été particulièrement importantes au cours de l'année 2019 (1 237 mm d'eau), dépassant la moyenne annuelle des années précédentes. La végétation est de type savane arborée, savane boisée, savane arbustive, jachère et forêt claire évoluant sur des sols de type sablonneux, latéritiques ou ferrallitiques (Bazin *et al.*, 2013). Dans les zones agricoles superficiellement sableuses, les sols sont sujets à une importante érosion après avoir subi un défrichement, tandis que dans les bassins alluviaux se trouvent des vertisols et des sols hydromorphes. Ce département est traversé par le fleuve Chari qui est l'un des principaux cours d'eau au Tchad.

Estimation de la productivité et de la capacité de charge des parcours naturels de Barh Kôh

L'estimation de la productivité et de la capacité de charge des pâturages naturels du département de Barh Kôh a été réalisée en 2019 puis répétée en 2021.

Afin d'évaluer la productivité des pâturages, dix placeaux carrés de 100 m² ont été installés dans chacun des quatre parcours naturels

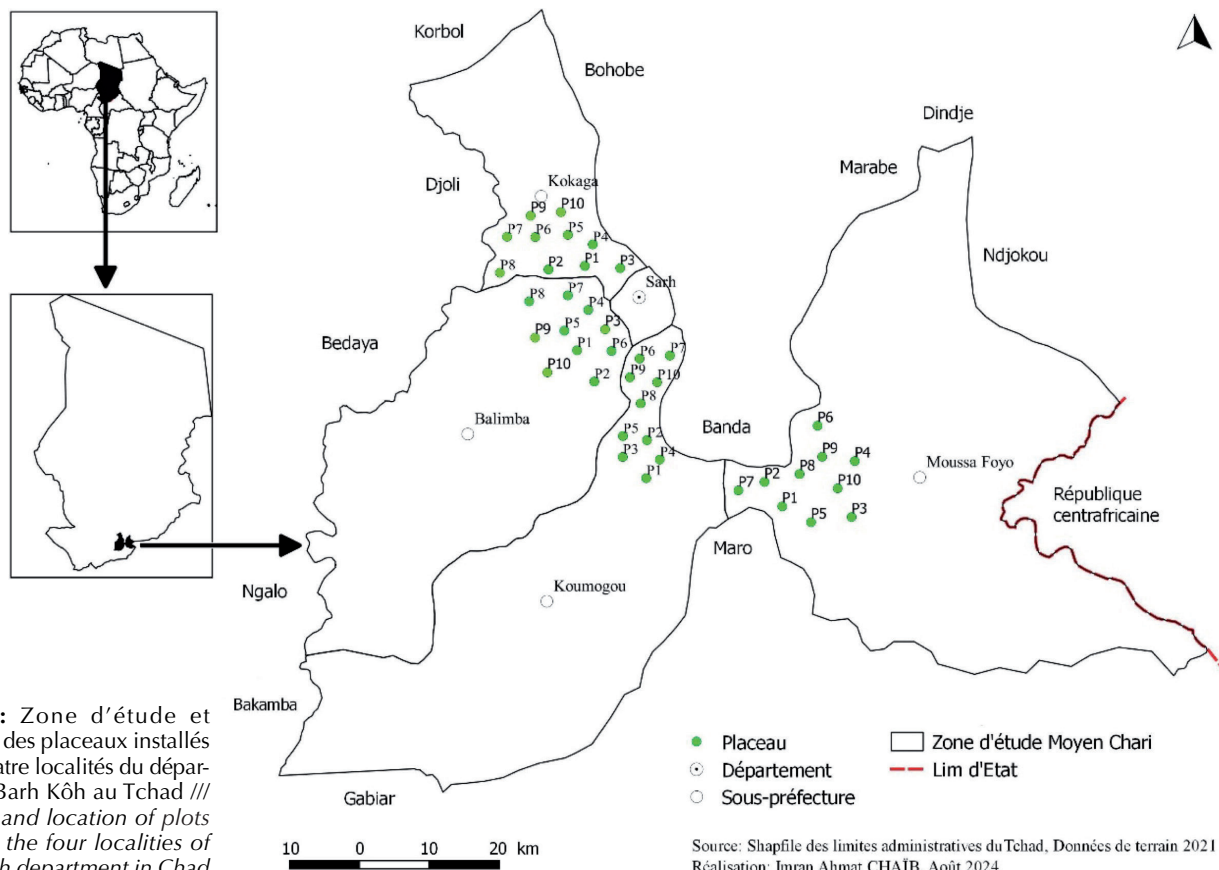


Figure 1 : Zone d'étude et localisation des placeaux installés dans les quatre localités du département de Barh Kôh au Tchad /// Study area and location of plots installed in the four localities of the Barh kôh department in Chad

communautaires (Balimba, Koumogo, Moussa Foyo et Sarh rural) du département (figure 1). Les quarante (40) placeaux ainsi obtenus ont été délimités à l'aide de quatre barres de fer de 1 m et d'une corde de 150 m. Chaque placeau a été divisé en 81 placettes de 1 m², numérotées chacune de 1 à 81 et disposées en séries de trois placettes distantes de 0,25 m (figure 2). Parmi les 81 placettes de chaque placeau, 7 placettes ont été choisies au hasard, tirées sans remise et coupées à ras le sol (Lesse, 2016). Neuf séries de coupes à ras le sol ont été réalisées pour l'estimation de la productivité de biomasse herbacée (cinq coupes en saison de pluie et quatre coupes en saison sèche jusqu'en janvier). L'intervalle de temps qui séparait deux séries de coupe était de 30 jours ± 3 jours.

Le matériel végétal obtenu par coupe a d'abord été pesé, puis séparé en trois catégories fourragères : les graminées, les légumineuses herbacées et les autres (ligneux et autres herbacées). Le poids frais de chaque catégorie de matériel végétal ainsi coupé a été évalué à l'aide de pesons à ressort de 500 ± 5 g et 1000 ± 10 g. Pour chacune des trois catégories fourragères, un échantillon de 1 kg issu du mélange de tous les prélèvements a été séché à l'air libre. Pour estimer la production herbacée, les poids secs de tous les échantillons récoltés ont été notés après séchage à l'étuve pendant 48 h à 105 °C. La biomasse a été considérée comme étant la production totale de matière végétale mesurée en tonne de matière sèche à l'hectare (t MS/ha) (Boudet, 1991).

La quantité moyenne de biomasse (B) de chaque catégorie de fourrage au niveau de chaque placeau a été calculée et exprimée en kg de matière sèche par hectare suivant la formule ci-dessous (Boudet, 1991) :

$$Bi \text{ (KgMS/ha)} = \frac{1}{n} \times 10000 \times \sum_{i=1}^n b_i \quad (\text{équation 1})$$

Avec B_i étant la quantité moyenne de biomasse d'une catégorie (kg MS/ha), b_i la quantité de biomasse d'une catégorie fourragère (graminées, légumineuses et autres herbacées) sur 1 m² (kg MS/m²) et n le nombre total de carrés coupés par placeau ($n = 7$).

La somme de la quantité moyenne de biomasse des trois catégories fourragères obtenues par placeau (B_i) a donné la quantité de biomasse (Q) en kg de matière sèche par hectare au niveau de chaque placeau :

$$Q \text{ (kgMS/ha)} = \sum_{i=1}^3 B_i \quad (\text{équation 2})$$

La capacité de charge journalière (CC) a été évaluée sur la base du rapport entre la biomasse et la consommation journalière d'une unité de bétail tropical (UBT), estimée à 6,25 kg de matière sèche par jour pour toute l'année. Pour chaque placeau, elle a été déterminée par la formule ci-dessous (Daget & Poissonnet 1991).

$$CC \text{ (UBT/ha/J)} = \frac{k_i \times \text{quantité de biomasse (Q)}}{6,25 \text{ kgMS/UBT/J} \times 365} \quad (\text{équation 3})$$

Avec Q étant la quantité de biomasse (kg MS/ha), CC la capacité de charge (UBT/ha/J), k_i la fraction consommable, qui dans ce cas est de 1/3, MS la matière sèche, UBT l'unité de bétail tropical et 365 le nombre de jours de l'année.

La contribution moyenne de biomasse de chaque catégorie fourragère (graminées, légumineuses et autres espèces) a été calculée au niveau de chaque placeau par la relation ci-dessous :

$$C(\%) = \frac{B}{Q} \times 100 \quad (\text{équation 4})$$

Avec C étant la contribution moyenne de la phytomasse verte de la catégorie fourragère (%), B la quantité moyenne de biomasse d'une de trois catégories d'herbe de parcours naturels (kg MS/ha) et Q la quantité de biomasse totale par placeau (kg MS/ha).

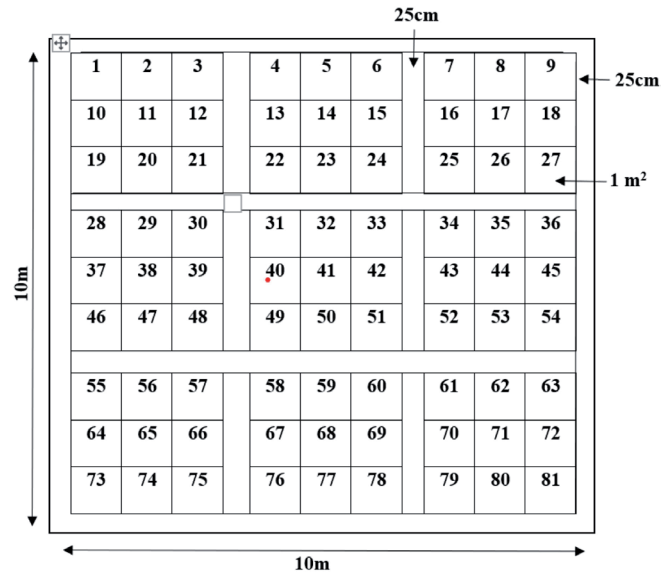


Figure 2 : Schéma du dispositif expérimental d'un placeau et des 81 placettes installées dans les quatre localités du département de Barh Kôh au Tchad /// Diagram of the experimental setup for one plot and 81 subplots installed in four locations in the Barh Kôh department in Chad

Étude du comportement alimentaire des bovins au pâturage

Afin de déterminer l'ingestion au pâturage et la qualité des fourrages des parcours naturels de Barh Kôh, une étude du comportement alimentaire a été réalisée pendant 10 jours en pleine saison pluvieuse (du 29 août au 14 septembre 2019) sur les bovins zébus (*Bos taurus indicus*) de race Goudali, localement appelés (Bogolodji ou Bokolodji). Pour ce faire, vingt-quatre bovins pesant en moyenne 409 ± 27 kg ont été conduits sur les quatre parcours naturels distincts, à raison de six bovins par parcours.

Détermination du temps consacré aux différentes activités par les bovins au pâturage

Les bovins ont été suivis au pâturage de 8 à 18 heures dans le but d'observer leur comportement. Pendant toute la durée du pâturage, les différentes activités de l'animal (brouillage, rumination, abreuvement, repos, accouplement) ont été notées par séquence de 30 min. Le temps de consommation effective a été déterminé à partir du pourcentage de temps consacré aux différentes activités menées par les animaux au pâturage.

Comptage du nombre de coups de dents des bovins au cours du brouillage

Cette opération a été réalisée par une observation visuelle des animaux pendant le brouillage. Ce comptage dure 5 min et est fait six fois chaque jour par animal (trois fois le matin et trois fois l'après-midi). La phase expérimentale a été précédée d'une période d'adaptation de 7 jours au comptage du nombre de coups de dents et à la quantité de fourrages prélevée représentative d'un coup de dents. Au retour du pâturage, les animaux étaient placés dans un parc à stabulation libre où ils avaient la pierre à lécher à leur disposition.

Détermination de l'ingestion au pâturage

Le poids de coup de dents a été déterminé par des prélèvements simultanés dans le pâturage, à la manière de l'animal, la quantité des différentes parties d'herbes consommées représentatives d'un coup de dents (*hand-plucking*) (Langlands, 1974 ; Zoffoun *et al.*, 2011). Ce

mode de prélèvement a permis de constituer un échantillon représentatif du fourrage ingéré. Six prélèvements ont été réalisés par jour et par animal, chacun durant 5 min (trois le matin et trois l'après-midi). Chaque échantillon de fourrage ainsi prélevé a été séché à l'étuve à 60 °C jusqu'à poids constant pour la détermination de la matière sèche (Règlement (CE) n° 2024/771) et pour le calcul du poids de coup de dents. L'ingestion au pâturage a été calculée à partir de la relation suivante (Langlands, 1974) :

$$I = \text{temps de consommation effective au pâturage} \times \text{nombre de coups de dents} \times \text{poids du coup de dents} \quad (\text{équation 5})$$

Valeur nutritive des fourrages des parcours naturels de Barh Kôh

La composition chimique des échantillons de fourrages a été estimée à l'aide de la spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) au laboratoire d'alimentation animale de l'unité SELMET du Cirad, à Montpellier. Les spectres SPIR ont été collectés pour chaque échantillon à l'aide d'un spectromètre (modèle Tango, Bruker Optik GmbH, Ettlingen, Allemagne) qui capture des spectres entre 11 536 et 3 952 cm^{-1} avec un pas de 8 cm^{-1} . Des modèles SPIR basés sur 1 890 échantillons d'herbes ont été utilisés pour prédire les teneurs en matières minérales (MM, calcination 4 h à 550 °C), en matières azotées totales (MAT, méthode Kjeldhal), en fibres (NDF, ADF, ADL, méthode séquentielle, Van Soest *et al.*, 1991) et la digestibilité *in vitro* de la matière organique (SMO, Aufrère *et al.*, 2007).

Par la suite, les valeurs énergétiques nettes des fourrages ont été établies dans le système français des unités fourragères pour la lactation (UFL) et pour l'entretien et l'engraissement (UFV) de l'INRA (1988). Les valeurs azotées des fourrages ont été établies aussi bien dans le système des matières azotées digestibles (MAD) que dans le système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI). En ce qui concerne les valeurs MAD, l'équation de régression ($\text{MAD} = 0,929 \times \text{MAT} - 3,52$ en g/kg MS) établie par Jarrige et Demarquilly (1981) a été utilisée. Les équations de Nozières *et al.* (2018) utilisées pour estimer la dégradabilité théorique des matières azotées (DT, en %) et la digestibilité réelle des matières azotées (DR, en %) des fourrages verts ont permis le calcul des valeurs PDI selon INRA (1988).

Analyse statistique

Les données sur la productivité, la contribution des catégories fourragères à la production de biomasse, la capacité de charge, le comportement alimentaire au pâturage, la composition chimique et les valeurs nutritives des herbes des quatre parcours naturels ont été soumises à une analyse descriptive en utilisant des paramètres comme la moyenne, le pourcentage et l'écart-type. Par la suite, ces données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA). Les critères de classification étaient la localité, l'année, la saison, et la procédure utilisée a été celle du modèle linéaire général (PROC GLM) du logiciel SAS Institute Inc (2008) version 9.2. Au terme de l'analyse, les différences entre les valeurs moyennes des traitements ont été comparées par le test Student Newman-Keuls de Dagnelie (1986) au seuil de 5 %.

■ RESULTATS

Productivité et capacité de charge des parcours naturels

La hauteur pluviométrique importante enregistrée en 2019 a entraîné dans toutes les localités du département de Barh Kôh une production de biomasse plus élevée que celle de l'année 2021, aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche (tableau I). En moyenne, une productivité de $3,5 \pm 0,4$ tMS/ha et une capacité de charge estimée

à $1,2 \pm 0,3$ UBT/ha/an ont été enregistrées sur ces parcours naturels pour les deux années considérées. Les différences sont significatives entre les années 2019 et 2021 ($p < 0,001$) et les localités du département de Barh Kôh ($p < 0,01$) (tableau II).

C'est à Sarh rural que les plus faibles valeurs de productivité et de capacité de charge ont été enregistrées. Les valeurs F observées et les probabilités associées pour la productivité ($F = 58,74$; $p = 0,000$) et la capacité de charge ($F = 10,53$; $p = 0,002$) indiquent bien que l'effet de l'année à une influence très significative sur ces deux paramètres. En effet, sous une hauteur pluviométrique de 1 237 mm d'eau en 2019, la productivité des parcours naturels a été élevée (4,7 t MS/ha/an en moyenne). Par contre, elle a régressé de 50 % en 2021 (2,4 t MS/ha). La saison n'a pas significativement influencé la productivité ni la capacité de charge de ces parcours naturels. Les facteurs principaux (localité, année et saison) ainsi que leurs interactions n'ont pas influencé significativement ($p > 0,05$) la capacité de charge de ces parcours, qui s'élevait de 0,67 UBT/ha/an dans la localité de Sarh à 1,60 UBT/ha/an à Balimba.

Contribution des catégories d'herbes des parcours à la production de biomasse

La contribution des différentes catégories d'herbes à la production de biomasse sur les différents parcours est présentée dans le tableau III. En saison pluvieuse, la contribution des graminées à la production

Tableau I : Productivité (t MS/ha) et capacité de charge (UBT/ha/an) des parcours naturels de quatre localités du département de Barh Kôh, au Tchad /// Productivity (t DM/ha) and carrying capacity (LU/ha/year) of natural rangelands in four locations in Chad

Localité	Année	Saison	Productivité (t MS/ha)	Capacité de charge (UBT/ha/an)
Balimba	2019	Pluvieuse	4,8 ± 0,7	1,1 ± 0,2
	2019	Sèche	5,1 ± 0,8	1,1 ± 0,2
	2021	Pluvieuse	3,0 ± 0,3	1,6 ± 0,2
	2021	Sèche	1,8 ± 0,2	1,2 ± 0,1
Moyenne			3,7 ± 0,3 ^b	1,2 ± 0,1 ^{a, b}
Koumogo	2019	Pluvieuse	4,9 ± 0,3	1,1 ± 0,1
	2019	Sèche	5,2 ± 0,3	1,1 ± 0,1
	2021	Pluvieuse	2,7 ± 0,2	1,5 ± 0,1
	2021	Sèche	1,4 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Moyenne			3,6 ± 0,3 ^b	1,1 ± 0,1 ^b
Moussa Foyo	2019	Pluvieuse	5,5 ± 1,4	1,2 ± 0,3
	2019	Sèche	5,7 ± 1,5	1,2 ± 0,3
	2021	Pluvieuse	2,9 ± 0,4	1,6 ± 0,2
	2021	Sèche	2,3 ± 0,2	1,5 ± 0,2
Moyenne			4,1 ± 0,6 ^a	1,4 ± 0,1 ^a
Sarh rural	2019	Pluvieuse	3,1 ± 0,5	0,7 ± 0,1
	2019	Sèche	3,3 ± 0,5	0,7 ± 0,1
	2021	Pluvieuse	2,3 ± 0,2	1,2 ± 0,1
	2021	Sèche	1,2 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Moyenne			2,6 ± 0,2 ^c	0,9 ± 0,1 ^c
Moyenne Barh Kôh			3,5 ± 0,4	1,2 ± 0,3

a, b, c, d : les valeurs indicées différemment sur la même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$) /// a, b, c, d: values indexed differently on the same line are significantly different ($p < 0,05$)

Tableau II : Analyse statistique sur la productivité et la capacité de charge moyennes des parcours naturels de quatre localités du département de Barh Kôh, au Tchad /// *Statistical analysis of productivity and average carrying capacity of natural rangelands in four localities in Chad*

Source de variation	ddl	Productivité		Capacité de charge	
		F	P	F	P
Localité	3	4,1	0,0083**	4,8	0,003**
Année	1	58,7	0,0001***	10,5	0,002**
Saison	1	1,4	0,23 ^{ns}	2,1	0,15
Localité × Année	3	1,7	0,15 ^{ns}	0,6	0,60
Localité × Saison	3	0,1	0,98 ^{ns}	0,3	0,80
Année × Saison	1	3,6	0,06	4,0	0,05
Localité × Année × Saison	3	0,1	0,97 ^{ns}	0,3	0,80

F : valeur F observée lors de l'analyse de la variance, p : probabilité ; ddl : degré de liberté /// F: F value observed during analysis of variance, p: probability; df: degrees of freedom. *p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001 ; ns : non significatif /// not significant

Tableau III : Contribution en saison pluvieuse des catégories d'herbes de parcours naturels au régime alimentaire des bovins de quatre localités du département de Barh Kôh, au Tchad /// *Contribution in the rain season of natural pasture grass categories to the diet of cattle in four localities in Chad*

Parcours	Graminées (%)	Légumineuses (%)	Autres (%)
Balimba	3,7 ^b	36,3 ^a	60,0 ^a
Koumogo	69,5 ^a	19,8 ^a	10,7 ^b
Moussa Foyo	60,2 ^a	21,6 ^a	18,2 ^b
Sarh rural	68,1 ^a	22,4 ^a	9,4 ^b
Moyenne	49,4	25,3	25,3
Effet des parcours	***	ns	**

*** p < 0,001 ; ** p < 0,01 ; ns = non significatif /// not significant.

a, b, c : les valeurs indicées différemment dans la même colonne sont significativement différentes (p < 0,05) /// a, b, c: values indexed differently on the same line are significantly different (p < 0,05)

de biomasse a été de plus de 60 % dans les localités de Koumogo, Moussa Foyo et Sarh rural. En revanche, dans la localité de Balimba, les autres catégories d'herbes de parcours (ligneux et autres herbacées) ont davantage contribué, et ce jusqu'à 60 %, à la formation du couvert végétal. Dans le département de Barh Kôh, les bovins Goudali ont consommé un régime alimentaire de parcours constitué de 49,4 % de graminées, de 25,3 % de légumineuses herbacées et de 25,3 % de ligneux et autres herbacées.

Comportement alimentaire et ingestion des bovins au pâturage

Quel que soit le parcours naturel, le broutage occupait la majorité du temps passé par les bovins au pâturage (tableau IV). Il a été significativement (p < 0,05) plus élevé à Sarh (65,3 %) que dans les autres localités du département de Barh Kôh. La durée du pâturage excédait dans tous les cas 8 heures. L'activité d'accouplement a été très peu réalisée au pâturage (p > 0,05). Dans le département de Barh Kôh, la différence très significative (p < 0,001) observée entre bovins pour le temps de pâture s'est répercutée sur l'ingestion volontaire. D'après la méthode de *hand-plucking*, les bovins Goudali ont ingéré en moyenne 7,9 kg de MS issue d'herbes de parcours par jour, mais l'ingestion volontaire a considérablement varié entre les localités (p < 0,001).

Composition chimique et valeurs nutritives des plantes fourragères

Les herbes prélevées par les bovins au pâturage avaient une teneur en lignine (ADL) s'élevant à 10 % de la MS en moyenne, et la localité n'a pas eu d'influence significative (p > 0,05) sur ce paramètre (tableau V). Par contre, les teneurs des autres constituants de la matière organique (MAT, CB, NDF et ADF) ont été significativement différentes (p < 0,05) selon la localité. Les teneurs en matières azotées totales (MAT) des fourrages étaient inférieures à 10 % de la MS. Les herbes des parcours naturels de Balimba ont présenté des teneurs en fibres (CB, NDF, ADF) plus élevées et en MAT plus faibles que celles des autres localités. La teneur en lignocellulose

Tableau IV : Proportion du temps de pâture consacré aux différentes activités et ingestion des bovins au pâturage dans quatre localités du département de Barh Kôh, au Tchad /// *Proportion of grazing time devoted to different activities and cattle intake in four localities in Chad*

Type d'activité	Parcours naturel				Effet des parcours
	Balimba	Koumogo	Moussa Foyo	Sarh rural	
Temps de pâture/Passage (h)	8,8 ^c ± 0,5	9,1 ^b ± 0,4	9,3 ^a ± 0,2	8,0 ^d ± 0,5	***
Broutage (%)	57,3 ^c ± 6,4	40,7 ^d ± 8,7	62,3 ^b ± 6,7	65,3 ^a ± 4,4	***
Repos-rumination (%)	22,2 ^a ± 7,0	21,2 ^a ± 8,1	15,2 ^b ± 7,1	14,7 ^b ± 4,5	***
Déplacement (%)	14,6 ^c ± 3,7	29,8 ^a ± 4,4	17,7 ^b ± 5,1	15,3 ^c ± 3,2	***
Abreuvement (%)	5,9 ^b ± 2,3	8,2 ^a ± 3,2	4,7 ^c ± 1,1	4,6 ^c ± 2,8	**
Accouplement (%)	0,0 ^a ± 0,0	0,2 ^a ± 0,9	0,0 ^a ± 0,0	0,0 ^a ± 0,0	ns
Ingestion au pâturage (kg MS/j)	4,6 ± 2,5 ^c	12,5 ± 6,6 ^a	6,7 ± 1,4 ^b	7,6 ± 2,3 ^b	***

*** p < 0,001 ; ** p < 0,01 ; ns = non significatif. a, b, c, d : les valeurs indicées différemment sur la même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) /// a, b, c, d: values indexed differently on the same line are significantly different (p < 0,05)

Tableau V : Valeur nutritive des herbes de parcours naturels de quatre localités du département de Barh Kôh, au Tchad (n = 392) /// *Nutritional value of natural pasture grasses from four locations in the Barh Kôh department, Chad (n = 392)*

Valeur nutritive	Localité	Moyenne	Min	Max	CV	p
MO (%MS)	Balimba	89,2 ± 0,3 ^a	80,0	94,0	22,5	< 0,001
	Koumogo	90,3 ± 0,3 ^b	83,2	95,0	24,3	
	Moussa_Foyo	89,6 ± 0,4 ^b	79,0	96,0	29,0	
	Sarh_rural	88,1 ± 0,4 ^a	82,0	94,2	26,0	
MAT (%MS)	Balimba	5,4 ± 0,3 ^b	3,0	10,3	38,0	< 0,001
	Koumogo	7,5 ± 0,5 ^a	3,1	21,5	50,1	
	Moussa_Foyo	8,8 ± 0,5 ^a	3,2	23,0	48,1	
	Sarh_rural	8,3 ± 0,5 ^a	3,3	19,5	52,3	
CB (%MS)	Balimba	38,8 ± 0,5 ^a	27,0	44,4	10,2	< 0,001
	Koumogo	36,9 ± 0,6 ^b	22,5	44,2	13,7	
	Moussa_Foyo	32,8 ± 0,6 ^c	20,6	45,2	15,2	
	Sar_rural	35,3 ± 0,7 ^b	23,9	44,5	15,0	
NDF (%MS)	Balimba	72,3 ± 1,0 ^a	50,8	81,8	10,5	< 0,001
	Koumogo	67,9 ± 1,2 ^b	39,6	82,2	14,5	
	Moussa_Foyo	61,0 ± 1,4 ^c	34,8	74,8	17,7	
	Sarh_rural	62,4 ± 1,3 ^c	42,8	83,0	16,5	
ADF (%MS)	Balimba	45,5 ± 0,4 ^a	37,1	49,4	06,4	< 0,001
	Koumogo	43,0 ± 0,7 ^b	24,6	49,7	13,4	
	Moussa_Foyo	38,3 ± 0,8 ^c	21,4	51,5	16,3	
	Sarh_rural	41,46 ± 0,75 ^b	23,7	50,4	14,3	
ADL (%MS)	Balimba	10,4 ± 0,5 ^a	4,5	21,0	35,8	0,33
	Koumogo	10,4 ± 0,5 ^a	1,8	23,2	41,3	
	Moussa_Foyo	9,5 ± 0,7 ^a	1,2	23,3	57,5	
	Sarh_rural	11,1 ± 0,7 ^a	0,0	22,3	49,3	
dMO (%MO)	Balimba	49,5 ± 0,4 ^c	45,2	57,9	6,7	< 0,001
	Koumogo	52,9 ± 0,8 ^b	45,2	76,5	12,3	
	Moussa_Foyo	57,8 ± 1,0 ^a	46,7	76,9	13,5	
	Sarh_rural	55,0 ± 0,8 ^b	45,3	72,7	11,54	
MAD (g/kg MS)	Balimba	47,3 ± 2,4 ^c	24,81	92,8	19,2	< 0,001
	Koumogo	66,7 ± 4,4 ^b	25,9	196,6	35,0	
	Moussa_Foyo	78,3 ± 5,0 ^a	26,8	209,8	39,3	
	Sarh_rural	73,7 ± 5,1 ^b	39,4	178,0	36,3	
UFL (UF/kg MS)	Balimba	0,49 ± 0,01 ^c	0,45	0,59	6,8	< 0,001
	Koumogo	0,55 ± 0,0 ^b	0,46	0,86	14,1	
	Moussa_Foyo	0,61 ± 0,0 ^a	0,48	0,86	16,8	
	Sarh_rural	0,49 ± 0,01 ^c	0,46	0,76	12,5	
UFV (UF/kg MS)	Balimba	0,41 ± 0,01 ^c	0,36	0,50	9,6	< 0,001
	Koumogo	0,46 ± 0,01 ^b	0,36	0,83	19,5	
	Moussa_Foyo	0,53 ± 0,01 ^a	0,38	0,83	22,4	
PDIN (g/kg MS)	Sarh_rural	0,48 ± 0,01 ^b	0,36	0,71	17,1	< 0,001
	Balimba	67,3 ± 3,3 ^c	37,40	127,57	37,8	
	Koumogo	92,9 ± 5,9 ^b	38,89	263,86	49,77	
	Moussa_Foyo	108,3 ± 6,6 ^a	40,0	281,08	47,89	
PDIE (g/kg MS)	Sarh_rural	102,2 ± 6,8 ^b	40,62	239,57	52,05	< 0,001
	Balimba	68,7 ± 1,5 ^c	53,6	96,3	17,7	
	Koumogo	82,4 ± 2,9 ^b	57,2	162,5	27,8	
	Moussa_Foyo	92,3 ± 3,4 ^a	59,3	176,1	28,9	
	Sarh_rural	86,7 ± 3,2 ^b	55,4	150,0	29,1	< 0,001

MAT : matières azotées totales ; ADL : lignine ; ADF : lignocellulose ; NDF : fibres totales ; MO : matières organiques ; CB : cellulose brute ; MAD : matières azotées digestibles ; UFL, UFV : unités fourragères lait et viande ; PDIN, PDIE : protéines digestibles dans l'intestin selon la disponibilité en azote et en énergie /// *MAT : crude protein; ADL : lignin; ADF : lignocellulose; NDF : total fiber; MO : organic matter; CB : crude fiber; MAD : digestible nitrogen; UFV, UFL : Feed Units for milk and meat; PDIN, PDIE : protein digestible in the intestine according to nitrogen and energy availability*

a, b, c : les valeurs indicées différemment dans la même colonne sont significativement différentes (p < 0,05) /// *a, b, c : values indexed differently on the same line are significantly different (p < 0.05)*

(ADF) dans les fourrages était significativement différente entre les localités ($p < 0,05$). La variabilité des teneurs en ADF des fourrages entre les localités a eu un impact sur leur valeur nutritive. En effet, la digestibilité de la matière organique (DMO) était plus élevée à Moussa Foyo (57,8 %), qui avait la teneur en ADF la plus faible, que dans les autres localités. Les valeurs énergétiques nettes (UFL, UFV) et protéiniques (PDIN, PDIE) étaient également plus élevées à Moussa Foyo. Les valeurs énergétiques nettes des rations herbagères ont varié entre 0,49 et 0,61 UFL et 0,41 et 0,53 UFV par kg de MS en moyenne selon la localité. Quant aux valeurs protéiques, elles ont oscillé entre 67 et 108 g de PDIN et 69 et 92 g de PDIE par kg de MS. Excepté dans la localité de Balimba où les valeurs PDI sont équilibrées, les valeurs PDIN des fourrages sont supérieures aux valeurs PDIE.

■ DISCUSSION

Productivité et capacité de charge des parcours naturels

Les parcours naturels sont la base de l'alimentation des ruminants en élevage extensif (Djohy *et al.*, 2022). Leur productivité est variable suivant les années, les localités et les saisons. De tous les facteurs de variation testés, l'effet de l'année s'est révélé le plus important. La productivité des parcours naturels de Barh Kôh était élevée en 2019 (4,7 tMS/ha), puis a diminué de moitié en 2021 (2,4 tMS/ha). La mauvaise répartition des pluies et leurs faibles quantités enregistrées en 2021 au Tchad ont eu pour conséquence une faible production de biomasse. En effet, la production de biomasse moyenne à l'échelle du pays, estimée à 386 700 tonnes de matière sèche en 2021, était inférieure à la moyenne (entre 1999 et 2021), qui était de 416 700 tonnes (Boukary & Fillol, 2022). La production de biomasse en 2021 a ainsi diminué de 7 % par rapport à la moyenne (Diallo & Fillol, 2024). Avec les importantes précipitations tombées dans cette zone en 2019 (1 237 mm d'eau contre une moyenne de 983 mm), la production de biomasse a été de 20 % supérieure à la moyenne. Les travaux des auteurs pré-cités confirment donc les tendances de production de biomasse enregistrées dans le département de Barh Kôh en 2019 et 2021. La productivité des pâturages naturels mesurée dans le département au cours de cette étude pour les années 2019 et 2021 cumulées a été de 3,48 t MS/ha, soit supérieure de 0,5 t MS/ha à l'intervalle indiqué par Kane *et al.* (2002) dans la zone soudanienne du Tchad, qui est de 2 à 3 t MS/ha. Par contre, Béchir (2010) a rapporté dans la même zone des productivités qui oscillaient entre 0,14 et 2,52 t MS/ha. L'année a donc une influence sur la productivité des parcours naturels dans la zone soudanienne. Il faut par conséquent craindre que les modifications climatiques, et en particulier leur fluctuation peu prévisible, viennent compliquer la gestion des ruminants sur les parcours dans ces zones.

La quantité de biomasse produite à Sarh rural était plus faible que celle produite dans les autres localités, quelle que soit la saison. En effet, à Sarh rural, les ressources ligneuses ont subi des effets anthropiques, notamment l'extraction de bois pour le chauffage domestique ou la production de charbon (Madjimbé *et al.*, 2018). Le déboisement menace la productivité agricole en accélérant l'érosion du sol, la perte de la biodiversité et en réduisant la rétention d'eau. La dégradation des conditions édaphiques et climatiques de ces dernières années dans la zone soudano-sahélienne a affecté la productivité des pâturages naturels (Mabilo *et al.*, 2024). Dans le département de Barh Kôh, la quantité de biomasse herbacée évaluée sur les différents parcours est relativement importante au début de la saison sèche. Ce département fait partie de la zone de dépression du Tchad où les conditions locales hydriques et édaphiques sont favorables au développement des plantes (Madjimbé *et al.*, 2018). La capacité de charge moyenne est de 1 UBT/ha. Cette charge animale est légèrement plus élevée que celle rapportée par Toutain *et al.* (2000) pour la zone soudanienne, qui est de 0,7 UBT/ha/an.

Contribution des catégories fourragères à la production de biomasse

La contribution des graminées à la production de biomasse a été forte dans le département de Barh Kôh. Ce résultat est conforme à celui rapporté par Béchir (2010) en zone soudanienne du Tchad, avec une productivité moyenne de 1,2 t MS/ha. Toutefois, dans la localité de Balimba, les graminées ont faiblement contribué à la production de biomasse. En conséquence, la proportion des autres espèces fourragères (ligneux et autres herbacées) a été importante (60 %), ce qui suggère une dégradation avancée des parcours naturels de cette localité. Ce résultat peut être lié à d'éventuelles différences existantes entre les parcours au niveau du sol, en particulier son acidité, qui favorise la régression des graminées au profit des espèces végétales envahissantes. Des observations comparables ont d'ailleurs été faites sur des parcours envahis par *Hyptis suaveolens* dans la zone soudano-guinéenne de la république du Bénin (Oumorou *et al.*, 2010 ; Yaoitcha *et al.*, 2025).

Comportement alimentaire et estimation de l'ingestion des bovins au pâturage

En zone soudanienne, où les systèmes d'élevage bovins sont basés sur l'utilisation des pâturages naturels, les ruminants passent une grande partie de leur temps à la recherche des fourrages en vue de couvrir leurs besoins nutritionnels tant quantitatifs que qualitatifs. Les bovins Goudali au Tchad ont passé 8 heures par jour à brouter au pâturage, soit 60 % du temps passé sur parcours. Divers travaux réalisés en zone soudanienne sur le comportement alimentaire au pâturage de bovins de race locale confirment ce résultat (Sanon *et al.*, 2007 ; Babatoundé *et al.*, 2011 ; Zampaligre et Schlecht, 2017). Le solde du temps était réparti entre le déplacement, l'abreuvement et le repos. Chez les zébus Goudali du Tchad observés dans cette étude, l'ingestion volontaire a été en moyenne de 7,9 kg de MS par jour et a considérablement varié entre les localités ($p < 0,001$). Elle a été très élevée à Koumogo (12,5 kg de MS par jour). De telles valeurs sont probablement le résultat de surestimations. En effet, le prélèvement du fourrage à la manière de l'animal (*hand-plucking*) a été réalisé afin de déterminer le poids de coup de dents. Par la suite, les échantillons issus du *hand-plucking* ont fait l'objet d'analyses chimiques au laboratoire afin d'estimer la qualité des fourrages prélevés par les animaux. L'herbe prélevée doit être représentative de celle sélectionnée par les animaux au pâturage. Ici, le prélèvement à la manière de l'animal ne permet pas d'obtenir avec exactitude la quantité et la qualité de l'herbe broutée par les animaux au pâturage. Seule la technique de fistule œsophagienne réalisée sur les animaux permet d'avoir un échantillonnage correct des fourrages prélevés par ces animaux au pâturage. La rareté et la dégradation des pâturages naturels influencent fortement le comportement des animaux sur les parcours naturels et donc les ingestions alimentaires (Djohy *et al.*, 2024).

Composition chimique et valeur nutritive des fourrages

La composition chimique des herbes de parcours naturels reflète la contribution des différentes catégories de fourrages à la formation végétale. À Balimba, les ligneux et autres herbacées ont contribué jusqu'à 60 % à la formation du couvert végétal, tandis que les graminées et les légumineuses ne représentaient que 3,7 % et 36,3 % de la végétation respectivement. Cette configuration du couvert végétal a eu des répercussions sur la composition chimique des fourrages des parcours naturels de cette localité, qui ont présenté des teneurs plus élevées en cellulose brute (CB = 38,8 %) et en lignocellulose (ADF = 45,5 %) ainsi que des teneurs en MAT plus faibles (MAT = 5,4 %) que les fourrages des parcours naturels des autres localités de Barh Kôh. En effet, la composition chimique des

fourrages reflète la morphologie des plantes présentes sur ces parcours, les teneurs en azote (MAT) dépendant de la proportion de feuilles, et les teneurs en lignine (ADL) dépendant de la proportion de tiges. Cette observation a été déjà faite par Minson (1990). La composition chimique dépend de l'espèce végétale, mais aussi de la saison et des conditions édaphiques et climatiques (Compère *et al.*, 1993 ; Herrero *et al.*, 2001). En saison pluvieuse, une teneur minimale de 3,01 % de MAT dans les graminées et un maximum de 22,9 % de MAT dans les légumineuses prélevées par les bovins sur les parcours naturels ont été observées dans la présente étude. Il n'a été possible dans aucune des localités du département de Barh Kôh d'obtenir une teneur moyenne en MAT supérieure à 8 % dans les fourrages des localités de Balimba et de Koumogo. À ces faibles valeurs de MAT dans les fourrages sont associées des teneurs importantes en lignine, allant jusqu'à 23,3 % de matière sèche. Selon Coleman *et al.* (2003), il faut au minimum 8 % de MAT dans la MS pour assurer un fonctionnement adéquat aux microorganismes du rumen. Idéalement, il faut tenir compte de la fermentescibilité de la ration, sur la base d'une production moyenne de 150 g de protéines microbiennes par kilo de matière organique fermentescible, soit de l'ordre de 7,5 % de la matière organique pour une ration dont la fermentescibilité est de 50 % (Nozière *et al.*, 2018). Les fourrages des parcours naturels du département de Barh Kôh se situent dans la zone critique où les teneurs en MAT limitent le bon fonctionnement de la flore du rumen. Ce résultat peut avoir des conséquences sur les performances de production des bovins de race locale lorsqu'ils sont soumis exclusivement à ces rations herbagères (Chebli *et al.*, 2018). Toutefois, il faut souligner que nourri avec des fourrages ayant de si faibles teneurs en azote, le bovin recycle efficacement l'azote uréique qu'il produit.

Au cours de cette étude, les valeurs azotées ont été établies aussi bien dans l'ancien système des matières azotées digestibles (MAD) que dans le nouveau système d'évaluation basé sur les protéines digestibles au niveau de l'intestin (PDI). Deux raisons fondamentales ont motivé le choix du système MAD, à savoir : a) ce système d'évaluation protéique est le plus utilisé en Afrique francophone, et il est de ce fait facile de comparer les résultats obtenus avec ceux d'autres travaux ; b) les besoins des animaux disponibles actuellement en milieu tropical ont été établis avec ce système (Rivière, 1991), qui fonctionne assez bien chez les animaux correctement alimentés en matière organique fermentescible et en azote dégradable dans le rumen (Jarrige, 1981). Exception faite de la localité de Balimba, les teneurs en MAD des fourrages étaient satisfaisantes par rapport aux normes tropicales de rationnement des animaux (les rapports MAD/UFL étaient supérieurs à 120 g). Par contre, les énergies nettes des fourrages n'excédaient pas en moyenne 0,60 UFL/kg MS, alors qu'il faut 0,80 UF/kg MS pour assurer l'engraissement des ruminants en milieu tropical (Rivière, 1991).

L'évaluation de la digestibilité des matières azotées dans le système des PDI a permis de se rendre compte que la protéosynthèse microbienne était déficitaire en énergie dans les fourrages des parcours naturels de Moussa Foyo, Koumogo et Sarh rural. En effet, les valeurs PDIN étaient supérieures aux valeurs PDIE. Les fourrages des parcours naturels du département de Barh Kôh nécessitent donc une complémentation énergétique en saison pluvieuse.

Critiques de la méthodologie et limites de l'étude

Effet de l'année sur la production de biomasse

L'analyse de l'effet de l'année sur la production de biomasse a été basée sur les années de collecte 2019 et 2021. L'année 2019 a été très pluvieuse et la production de la biomasse a été plus importante que la normale au Tchad. En principe, de telles études sur la variation interannuelle de la production de la biomasse devraient s'étendre sur plusieurs années voire des décennies.

Évaluation de l'ingestion au pâturage

Dans le département de Barh Kôh, les bovins Goudali ont volontairement ingéré au pâturage en moyenne 7,9 kg de MS par jour en pleine saison pluvieuse. Les valeurs d'ingestion au pâturage sont très élevées à Koumogo (12,5 kg de MS par jour) pour des bovins qui pesaient en moyenne 409 kg de poids vif. Il est toutefois connu que l'ingestion volontaire peut varier entre 2,5 et 3 % du poids vif de l'animal ce qui serait de l'ordre de 10,2 à 12,3 pour un bovin de 409 kg. (INRA, 1988). L'ingestion au pâturage est un paramètre difficile à évaluer. Cette évaluation nécessite un échantillonnage correct de la quantité de fourrages, mais aussi des différentes parties de l'herbe prélevée par l'animal. L'herbe prélevée au pâturage doit être représentative de celle sélectionnée par les animaux.

■ CONCLUSION

La présente étude a permis d'avoir une meilleure connaissance de la productivité de biomasse herbacée et de la capacité de charge animale, aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche, sur les parcours naturels du département de Barh Kôh. Ces données s'inscrivent dans une perspective de gestion rationnelle de ces parcours afin d'éviter leur dégradation irréversible. La pluviométrie et la contribution des différentes catégories fourragères à la production de biomasse sont les facteurs déterminants de la productivité et de la qualité des parcours. Dans le département de Barh Kôh, il a été estimé que les bovins Goudali ingéraient volontairement au pâturage 7,9 kg de MS par jour et que cette ration herbagère était constituée pour moitié de graminées, pour un quart de légumineuses herbacées et pour un quart d'autres formations végétales en saison pluvieuse. Ces deux résultats sont inédits dans le contexte tchadien et permettent d'ajuster, une fois de retour à l'auge, le type de complément à apporter à la ration herbagère prélevée par les bovins Goudali au pâturage. En saison pluvieuse, les fourrages des parcours naturels du département de Barh Kôh en zone soudanienne contiennent suffisamment de matières azotées digestibles par rapport aux normes tropicales de rationnement des animaux. Par contre, de telles rations herbagères nécessitaient une complémentation alimentaire en énergie afin d'assurer les besoins de production des bovins. Dans le Barh Kôh, des sous-produits agricoles et co-produits agroindustriels disponibles pourraient probablement être valorisés dans l'alimentation des bovins.

Remerciements

Les remerciements s'adressent aux structures suivantes qui ont facilité la mise en œuvre de ce travail : le laboratoire d'alimentation animale de l'unité SELMET du Cirad, en France ; le Laboratoire des sciences animales (LaSA) de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin ; l'Institut de Recherche en élevage pour le développement (IREDD) au Tchad ; la Faculté des Sciences exactes et appliquées, Université de N'Djamena au Tchad ; le Département de Gestion vétérinaire des productions animales de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège en Belgique. Les auteurs remercient également les notables traditionnels, les paysans, les étudiants de l'université de Sarh et les agents de délégation régionale du ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Élevage qui ont participé à cette étude pour leur accueil et leur disponibilité. Les remerciements s'adressent aux évaluateurs anonymes pour leurs commentaires attentifs et constructifs.

Financement

Les auteurs remercient la Banque islamique de développement (BID) qui a financé les activités (convention numéro : 36/155103 du 22/10/2019).

Conflits d'intérêt

L'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

IAC, AM, SB et JLH ont participé à la conception et à la planification de l'étude ; IAC a recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit ; IAC, PL, BOD ont assuré l'analyse et l'interprétation des résultats et AM, KMO, LB, SB et JLH ont assuré la révision critique du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale de l'article.

Ethique de la recherche

Les notables traditionnels et les paysans ont donné leur consentement avant l'installation des placeaux dans les localités ciblées par cette étude. Ils ont été informés au préalable des objectifs de l'étude et du protocole expérimental.

Accès aux données

Les données de l'étude sont disponibles et peuvent être envoyées sur demande aux évaluateurs.

Usage de l'IA générative dans le processus de rédaction scientifique

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

REFERENCES

- Abdou, H., Adamou Karimou, I., Harouna, B. K., & Zataou, M. T. (2020). Perception du changement climatique des éleveurs et stratégies d'adaptation aux contraintes environnementales : Cas de la commune de Filingué au Niger. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 73(2), 81-90. <https://doi.org/10.19182/remvt.31873>
- Aufrère, J., Baumont, R., Delaby, L., Peccatte, J., Andrieu, J., Andrieu, J., & Dulphy, J. (2007). Prévion de la digestibilité des fourrages par la méthode pepsine-cellulase. Le point sur Les equations proposées. *INRAE Productions Animales*, 20(2), 129-136. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2007.20.2.3445>
- Babatounde, S., Sidi, H., Houinato, M., Oumorou, M., Mensah, G., & Sinsin, B. (2012). Valeur alimentaire des fourrages consommés par les taurellons Borgou sur les parcours naturels du centre du Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(6). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i6.18>
- Bazin, F., Bechir, A. B., Khamis, D. D. (2013). Etude prospective : systèmes d'élevage et changements climatiques au Tchad (Rapport final). Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de Développement. http://www.platorme-pastorale-tchad.org/classified/iRAM_pastoralisme_et_CC_au_Tchad_-_VF.pdf
- Bécher, A. B. (2010). *Productivité, dynamique des parcours et pratiques d'élevage bovin en zone soudanienne du Tchad*. [Thèse de doctorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso]. Beep.Ird. <https://beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2010-BEC-PRO/IDR-2010-BEC-PRO.pdf>
- Boudet, G. (1991). Pâturages Tropicaux et cultures fourragères. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux (IEMVT). Ministère de la Coopération Française ; 4 éd. (pp. 223-266).
- Boukary, A. I., Fillol, E. (2022). Production de biomasse en 2021 : analyses et perspectives pour 2022. Rapport Régional Sahel.
- Chebli, Y., Chentouf, M., Ozer, P., Hornick, J. L., & Cabaraux, J. (2018). Forest and silvopastoral cover changes and its drivers in northern Morocco. *Applied Geography*, 101, 23-35. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.10.006>
- Chebli, Y., Chentouf, M., Mrabet, R., & Keli, A. (2014). Production et utilisation des parcours dans les montagnes rifaines du nord du Maroc. In: Chentouf, M., López-Francos, A., Bengoumi, M., & Gabiña, D. (Eds.). *Technology creation and transfer in small ruminants: Roles of research, development services and farmer associations* (pp. 109-113). Zaragoza: CIHEAM.
- Coleman, S., Hart, S., & Sahlu, T. (2003). Relationships among forage chemistry, rumination and retention time with intake and digestibility of hay by goats. *Small Ruminant Research*, 50(1-2), 129-140. [https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(03\)00116-0](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(03)00116-0)
- Compère, R., Hellemans, P., Tommassini, M., & Bulgen, A. (1993). Les savanes du ranch de l'Adélé (Togo). 3. L'exploitation actuelle des ressources fourragères et proposition pour une gestion plus rationnelle. *Bulletin des recherches agronomiques de Gembloux*, 28(1), 29-50.
- Daget, P., & Poissonnet, J. (1991). *Prairies permanentes et pâturages : Méthodes d'étude*. Institut de botanique.
- Dagnelie, P. (1986). *Théorie et méthodes statistiques : Applications agronomiques* (Vol. 2). Les Presses agronomiques de Gembloux.
- Demarquilly, C. (1981). *Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. INRA Publications. https://belinrae.inrae.fr/index.php?lvl=notice_display&id=1278
- Diallo, C. A., & Fillol, E. (2024). *Production de biomasse en 2024 : Analyses et perspectives pour 2025*. Rapport régional Sahel. <https://reliefweb.int/report/burkina-faso/rapport-regional-sahel-production-de-biomasse-en-2024-analyses-et-perspectives-pour-2025>
- Djalal, A. K. (2011). *Élevage ovin périurbain au Tchad : Effet de l'alimentation sur les performances de reproduction et de croissance* [Thèse de doctorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso]. Beep.Ird. <https://beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2011-DJA-ELE/IDR-2011-DJA-ELE.pdf>
- Djohy, G. L., Bouko, B. S., Diogo, R. V., & Yabi, J. A. (2024). Comprendre le comportement alimentaire et spatial des troupeaux bovins en libre pâture pour une gestion durable des ressources pastorales : Étude de cas dans le bassin de l'Ouémé supérieur au Bénin. *BASE*, 28(4), 169-182. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.20907>
- Djohy, G. L., Sounon Bouko, B., Dossou, P. J., & Yabi, J. A. (2022). Productivité des pâturages naturels et pratiques de mobilité pastorale dans un contexte de changements climatiques en Afrique de l'Ouest. *Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires*, 10(1), 92-105.
- Djohy, G. L., & Sounon Bouko, B. (2021). Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 74(1), 1-9. <https://doi.org/10.19182/remvt.36319>
- Dongock, N. D., Avana, T. M., Djimasngar, M., Goy, S., & Pinta, J. Y. (2017). Importance écologique et potentialité apicole à la périphérie du Parc national de Manda en zone soudanienne du moyen-chari (Tchad). *International Journal of Environmental Studies*, 74(3), 443-457. <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1294424>
- FAOSTAT. 2023. *Base de données de la FAO*. Consulté le 17.01.2024 sur <http://www.fao.org>
- Guérin, H. (1988). Régime alimentaire de ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. 1. Rappels bibliographiques sur les objectifs et les méthodes d'étude de la composition botanique des régimes ingérés au pâturage. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 41(4), 419-426. <https://doi.org/10.19182/remvt.8666>
- Herrero, M., Do Valle, C., Hughes, N., Sabatel, V. O., & Jessop, N. (2001). Measurements of physical strength and their relationship to the chemical composition of four species of Brachiaria. *Animal Feed Science and Technology*, 92(3-4), 149-158. [https://doi.org/10.1016/s0377-8401\(01\)00261-9](https://doi.org/10.1016/s0377-8401(01)00261-9)
- INRA. P. D. (1988). Dynamique de quelques dicotylédones adventices en culture de céréale. I. Relation flore levée—stock semencier. *Weed Research*, 28(4), 251-263. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1988.tb00803.x>
- Jarrige, R. (1981). Les constituants glucidiques des fourrages : variations, digestibilité et dosage. Dans : Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants (pp. 13-40) *INRA publications*
- Kane, M. L., Berekoutou, M., Ba, R. N. (2002). Projet d'appui au système d'élevage pastoral (PASEP) (Rapport d'évaluation). Fonds africain de développement, département agriculture. https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Project-and-Operations/Tchad_-_Projet_d_appui_au_syst_Rapport.pdf
- Langlands, P. J. (1974). Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep VII. A note on hand plucking as a technique for estimating dietary composition. *Animal Production*, 19, 249-252. <https://doi.org/10.1017/S0003356100022807>
- Lesse, P. (2016). Gestion et modélisation de la dynamique des parcours de transhumance dans un contexte de variabilités climatiques au nord-est du Bénin (Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi). LEA. https://www.leabenin-fsuauc.net/fr/these_Lesse
- Mabilo, T. M., Bechir, A. B., Mama, A., Oundanang, K. M., Affossogbe, S. A. T., & Dossa, L. H. (2024). Perceptions paysannes de la dynamique des parcours naturels et stratégies d'adaptation dans la vallée du Mandoul au Tchad. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 77, 1-8. <https://doi.org/10.19182/remvt.37475>
- Madjimbe, G., Goalbaye, T., Belem, M. O., & Ngarikla, B. (2018). Évaluation des ressources ligneuses et leur exploitation comme bois de chauffe et de service dans le département de Barh-Kôh au sud du Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12, 2856-2870. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.17>
- Minson, D. J. (1990). The chemical composition and nutritive value of tropical grasses. In P. J. Skerman & F. Riveros (Eds.), *Tropical grasses* (Plant Production and Protection Series No. 23, pp. 163-180). FAO.
- Nozière, P., Sauvart, D., & Delaby, L. (2018). *Alimentation des ruminants* (4^{ème} ed.). Editions Quae.

- Oumorou, M., Aboh, A. B., Babatounde, S., Houinato, M., & Sinsin, B. (2010). Valeur pastorale, productivité et connaissances endogènes de l'effet de l'invasion par *Hyptis suaveolens* L. Poit. des pâturages naturels en zone soudano-guinéenne (Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4, 1262–1277. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v4i4.63062>
- Règlement d'exécution (UE) 2024/771 de la Commission du 29 février 2024 modifiant le règlement (CE) n° 152/2009 portant fixation des méthodes d'échantillonnage et d'analyse destinées au contrôle officiel des aliments pour animaux. (2024). *Journal officiel de l'Union européenne*. http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2024/771/oj
- Réounodji, F. (2011). *Initiatives « Élevage comme moyen de subsistance dans le bassin du lac Tchad » : Études de base préalables*. Ministère de l'Élevage et des Ressources Animales, Tchad.
- Rivière, R. (1991). *Manuel de l'alimentation des ruminants en milieu tropical*. La Documentation Française.
- Sanon, H. O., Kaboré-Zoungana, C., & Ledin, I. (2007). Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Ruminant Research*, 67(1), 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.025>
- Sougnabé, S. P. (2003). Conflits agriculteurs-éleveurs en zone soudanienne au Tchad : Une étude comparée de deux régions (Moyen-Chari et Mayo-Kebbi). In *Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux : Actes du colloque international UMR SAGERT*. Montpellier, France.
- Toutain, B., Touré, O., & Réounodji, F. (2000). *Étude prospective de la stratégie nationale de gestion des ressources pastorales au Tchad* (Rapport No. 00/28). CIRAD-EMVT.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Yaoitcha, A. S., Houehanou, T. D., Koutchoro, A. M., Hessou, W., Djenontin, A. J., Aboh, A. B., & Houinato, M. (2025). Efficacité comparée de l'utilisation des éclats de souche et des graines de *Panicum maximum* C1 dans le contrôle d'invasion de *Hyptis suaveolens* au Nord-Bénin. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 78, 1–10. <https://doi.org/10.19182/remvt.37007>
- Zampaligre, N., & Schlecht, E. (2017). Livestock foraging behavior on different land use classes along the semi-arid to sub-humid agro-ecological gradient in West Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 20(2), 731–748. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9907-y>
- Zoffoun, A. G., Babatounde, S., Houinato, M., Mensah, G. A., & Sinsin, B. (2011). Comportement alimentaire des taurillons Girolando sur deux types de pâturages cultivés en zone subéquatoriale. *Canadian Journal of Animal Science*, 91, 675–683. <https://doi.org/10.4141/CJAS2010-027>

Summary

Ahmat Chaïb I., Mama A., Lesse P., Orou Daouda B., Mian-Oudanang K., Bonnal L., Babatounde S., Hornick J.-L. Influence of locality, year and season on the productivity and quality of natural rangeland in the sudanian zone of Chad

Context: In Chad, natural pastures constitute the basis of ruminant nutrition. Their productivity depends on edaphic and climatic conditions. In the Barh Kôh department (Middle Chari province), knowledge relating to the productivity of natural pastures, carrying capacity, cattle eating behavior and nutritional value of forage is limited and is a constraint to the formulation of supplementary rations. **Aim:** This investigation aimed to quantify voluntary intake at pasture as well as to and characterize the nutritive value of forage consumed according to location (sub-prefecture), year and season.

Methods: The present studies were carried out in the Sudanian zone on 4 natural pastures in the localities of Balimba, Koumogo, Moussa Foyo and Sarh rural. The productivity of these natural pastures was first assessed in 2019, followed by a reassessment in 2021. In addition, a study of the eating behavior of Goudali zebu cattle (*Bos taurus indicus*), locally known as Bogolodji or Bokolodji, was carried out during the rainy season over a period of 10 days for natural pastures. **Results:** The productivity of the pastures and their carrying capacity were 3.18 ± 0.47 tDM/ha and 1.18 ± 0.27 TLU/ha/year. Productivity varied significantly between localities ($p < 0.05$) and was influenced by the year ($p < 0.001$). Following significant precipitation that fell in Barh Kôh in 2019 (1.237 mm), the forage productivity was higher (4.7 tDM/ha) but it decreased to 50% in 2021. The season had no significant effect on the productivity of the pastures ($p > 0.05$) (3.3 ± 0.5 compared to 3.0 ± 0.4 tDM/ha respectively in the middle of the rainy season and at the beginning of the dry season). Cattle ingested 7.86 kgDM per day of forage consisting of half grasses and a quarter each of herbaceous legumes and woody plants containing 0.55 UFL and 0.47 UFV per kg DM (French system of net energy evaluation). Proteins digestible at the intestinal level according to available nitrogen (PDIN = 92 g/kgDM) are on average 10% higher than the intestinal digestibility of proteins according to available energy (PDIE = 82 g/kg DM) (French system of proteins evaluation). **Conclusion:** These results allow effective management of Sudanese-type area and guide strategies for supplementing cattle in Chad.

Keywords: cattle, grazing lands, carrying capacity, feed nutrient content, Chad

Resumen

Ahmat Chaïb I., Mama A., Lesse P., Orou Daouda B., Mian-Oudanang K., Bonnal L., Babatounde S., Hornick J.-L. Influencia de la localidad, el año y la estación en la productividad y la calidad de la hierba de los pastos naturales en la zona sudanesa del Chad

Contexto: En el Chad, los pastos naturales constituyen la base de la alimentación de los rumiantes. Su productividad depende de las condiciones edáficas y climáticas. En el departamento de Barh Kôh, en la zona sudanesa, la productividad de los pastos naturales, la ingestión en el pasto y la contribución de las diferentes categorías de herbáceas en el régimen alimentario de los bovinos son poco conocidas, lo que hace difícil la formulación de raciones complementarias. **Objetivo:** Esta investigación pretende cuantificar la ingestión en el pasto y caracterizar la calidad del forraje consumido en función de la localidad (subprefectura), del año y de la estación del año. **Métodos:** El estudio se llevó a cabo en cuatro pastos naturales diferentes. La productividad de estos pastos fue objeto de una primera evaluación el 2019, seguida de una reevaluación el 2021. Se realizó un estudio del comportamiento alimentario del bovino cebú Goudali (*Bos taurus indicus*, localmente llamado Bogolodji o Bokolodji) en la estación lluviosa, durante un período de 10 días para cada pasto. **Resultados:** La productividad y la capacidad de carga de los pastos naturales fueron de $3,4 \pm 0,4$ t MS/ha y $1,2 \pm 0,3$ UBT/ha/año respectivamente. La productividad varió significativamente entre las localidades ($p < 0,05$) y resultó influida por el año ($p < 0,001$). Debido a las importantes precipitaciones registradas el 2019 (1 237 mm de agua), la productividad resultó más elevada (4,7 t MS/ha), pero disminuyó en un 50 % el 2021 respecto a la media de los años precedentes. La estación no tuvo efecto significativo en la productividad de los pastos ($p > 0,05$) ($3,3 \pm 0,5$ y $3,0 \pm 0,4$ t MS/ha, en plena estación lluviosa y al principio de la estación seca respectivamente). Los bovinos Goudali ingirieron al día 7,9 kg de MS de hierba de pastos naturales, constituida por la mitad de gramíneas, un cuarto de leguminosas herbáceas y un cuarto de leñosas con valores de 0,55 UFL y 0,47 UFV por kg de MS. Los valores de PDIN (92 g/kg MS) son de media un 10 % superiores a los de PDIE (82 g/kg MS). **Conclusiones:** Estos resultados permiten gestionar eficazmente los pastos naturales de tipo sudanés y orientar las estrategias de suplementación de bovinos en el Chad.

Palabras clave: ganado bovino, tierra de pastoreo, capacidad de carga, contenido de nutrientes (piensos), Chad