



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Valeur Nutritive Des Espèces Herbacées Appétées Par Les Ruminants Sur Les Parcours Naturels Du Nord-Est Du Bénin

Badarou Kadidjatoulaï Opéyémi

Adehan Safiou Bienvenu

Laboratoire de Recherches Zootechniques, Vétérinaire et Halieutique (LRZVH) Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou, Bénin

Bello Orou Daouda

Laboratoire de Biologie Végétale (LBV)

Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC)

École des Sciences et Techniques de Production Végétale (ESTPV), Cotonou République du Bénin

Adjolohoun Sébastien

Laboratoire d'Agrostologie et d'Innovations Agricoles pour le Développement. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Jéricho, Cotonou, Bénin

Oumorou Madjidou

Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LaRBA), Ecole Polytechnique d'Abomey – Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Cotonou, Bénin

Gbego Tossa Isidore

Laboratoire de Recherches Zootechnique, Vétérinaire et Halieutique (LRZVH) Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Cotonou, Bénin

Babatounde Séverin

Laboratoire de Zootechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n3p265](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n3p265)

Submitted: 31 August 2020
Accepted: 15 January 2020
Published: 31 January 2020

Copyright 2021 Author(s)
Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Badarou K.O., Adehan S.B., Bello O.D., Adjolohoun S., Oumorou M., Gbego T.I. & Babatounde S. (2021). *Valeur Nutritive Des Espèces Herbacées Appétées Par Les*

Résumé

Au Nord - Est du Bénin, les systèmes d'élevage sont encore principalement traditionnels et les informations disponibles actuellement sur la valeur nutritive des fourrages sont souvent fragmentaires, voire disparates. L'objectif de l'étude était de contribuer à une meilleure connaissance des valeurs nutritives des espèces herbacées appréciées afin de les faire entrer dans les systèmes d'alimentation de ces ruminants. Pour ce faire, le suivi des animaux au pâturage et la récolte des fourrages appréciés par les bovins avaient permis d'identifier 26 espèces herbacées appréciées par les ruminants. 500g de chaque herbacée appréciée a été prélevé dans des sachets et laissé à l'air libre avant d'être convoyé au laboratoire. Une fois au laboratoire, ils ont séjourné dans une étuve jusqu'à obtention de poids constant. Les échantillons ont été ensuite moulu et 20gr de chaque herbacées a été identifié et mi en sachet pour les analyses. Les échantillons des herbacées appréciées ont été analysés par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR). Le résultat du regroupement des différentes espèces herbacées présenté sous la forme de dendrogramme permettait d'identifier 5 groupes. En fin de saison pluvieuse, les espèces fourragères du groupe 1 et 5 ont des taux moyens élevés en matières azotées digestibles ($MAD = 117,81 \pm 14,25$ g/kg MS) et en énergies nettes (UFL = $0,82 \pm 0,04$ et UFV = $0,73 \pm 0,03$ / kg de MS). La lignocellulose (ADF) et les valeurs énergétiques nettes (UFL, UFV) étaient négativement corrélées ($r = -0,74$; $p < 0,01$). Par contre, le couple (UFL, UFV) était positivement corrélé ($r = 0,55$; $p < 0,01$) aux valeurs MAD. En ce qui concerne ces espèces fourragères, l'effet dépressif de la teneur en cellulose brute (CB) sur la valeur MAD ($r = -0,63$) apparaissait très hautement significatif ($p < 0,001$). Les herbacées telles que *Andropogon tectorum*, *Boerhavia erecta* *Brachiaria falcifera* *Pennisetum polystachion* *Crotalaria macrocalyx* et *Spermacoce stachydea*, *Commelina benghalensis* et *Eleusine indica* sont de bonnes qualités nutritives.

Mots-clés: Valeur Nutritive, Herbacées, Bovins, Nord - Est Du Bénin

Nutritional Value Of The Herbaceous Appetizers By Ruminants On Natural Grazing Land Northeast Benin

Badarou Kadidjatoulaï Opéyémi

Adehan Safiou Bienvenu

Laboratoire de Recherches Zootechniques, Vétérinaire et Halieutique
(LRZVH) Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National
des Recherches Agricoles du Benin (INRAB), Cotonou, Bénin

Bello Orou Daouda

Laboratoire de Biologie Végétale (LBV)

Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi
(FSA/UAC)

École des Sciences et Techniques de Production Végétale (ESTPV), Cotonou
République du Bénin

Adjolohoun Sébastien

Laboratoire d'Agrostologie et d'Innovations Agricoles pour le
Développement. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-
Calavi, Jéricho, Cotonou, Bénin

Oumorou Madjidou

Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LaRBA),
Ecole Polytechnique d'Abomey –Calavi (EPAC), Université d'Abomey-
Calavi (UAC), Cotonou, Bénin

Gbego Tossa Isidore

Laboratoire de Recherches Zootechnique, Vétérinaire et Halieutique
(LRZVH) Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National
des Recherches Agricoles du Benin (INRAB, Cotonou, Bénin

Babatounde Séverin

Laboratoire de Zootechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université
d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n3p1](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n3p1)

Abstract

In the north-east of Benin, livestock systems are still mainly traditional and the information currently available on the nutritional value of fodder is often fragmentary or even disparate. The objective of the study was to contribute to a better knowledge of the nutritional values of the herbaceous species being fed in order to include them in the feeding systems of these ruminants. To this end, the monitoring of animals on pasture and the harvesting of forages appeared by cattle had made it possible to identify 26

herbaceous species appeared by ruminants. 500g of each appeared grass was collected in bags and left outdoors before being transported to the laboratory. Once at the laboratory, they were kept in an oven until constant weight was obtained. The samples were then ground and 20gr of each herb was identified and half in bags for analysis. Samples of the palatable herbs were analyzed by near infrared spectrometry (NIRS). The result of the grouping of the different herbaceous species presented in the form of a dendrogram allowed the identification of 5 groups. At the end of the rainy season, the forage species of group 1 2 and 5 have high average rates of digestible nitrogenous matter (MAD = 117.81 ± 14.25 g/kg DM) and net energy (UFL = 0.82 ± 0.04 and UFV = 0.73 ± 0.03 /kg DM). Lignocellulose (ADF) and net energy values (UFL, UFV) were negatively correlated ($r = -0.74$; $p < 0.01$). In contrast, torque (UFL, UFV) was positively correlated ($r = 0.55$; $p < 0.01$) with DSM values. For these forage species, the depressing effect of crude fibre (CB) content on the MAD value ($r = -0.63$) appeared very highly significant ($p < 0.001$). Grasses such as *Andropogon tectorum*, *Boerhavia erecta* *Brachiaria falcifera* *Pennisetum polystachion* *Crotalaria macrocalyx* and *Spermacoce stachydea*, *Commelina benghalensis* and *Eleusine indica* have good nutritional qualities.

Keywords: Nutritional Value, Herbaceous, Cattle, North - East Benin

Introduction

La qualité des ressources fourragères constitue un facteur important dans le système d'alimentation des ruminants. C'est aussi un paramètre important dans le développement de l'élevage. Les écosystèmes naturels regorgent un potentiel fourrager qui assure l'essentiel de l'alimentation du cheptel ruminant des pays aux revenus faibles (Sala *et al.*, 2017). Les savanes et les forêts constituent de véritables ressources fourragères et offrent des potentialités économiques très importantes pour l'agriculture et l'élevage (Yoka *et al.*, 2013). La disponibilité et la diversité des ressources fourragères constituent la base de l'alimentation des bovins pour une satisfaction de leurs besoins en éléments nutritifs. Selon Baumont *et al.* (2011), les ruminants tirent 90-95% de leur nourriture des fourrages couvrant entre 70 à 80 % de leurs besoins énergétiques.

L'offre fourragère des pâturages naturels est de plus en plus réduite avec la dégradation des formations végétales combinée aux changements climatiques (Djenontin, 2005 et 2010). Dans les terres de parcours naturels surtout en saison pluvieuse, ce sont les herbacées fourragères qui constituent la majeure partie de l'alimentation des bovins (Lesse, 2016). Au Bénin, les informations disponibles actuellement sur la valeur nutritive de ces herbacées sont souvent fragmentaires, voire disparates. L'objectif de l'étude est de

contribuer à une meilleure connaissance de la valeur nutritive des herbacées. Il s'agira dans un premier temps de pouvoir les sélectionner, et les faire entrer à dessein dans les systèmes d'alimentation des ruminants domestiques puis dans un second temps d'identifier les constituants chimiques simples (faciles à doser en routine), fiables, peu onéreuses et ayant des relations avec la valeur nutritive de ces herbacées.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans la zone agropastorale de la forêt classée des trois Rivières dans la commune de Kalalé (Figure 1) en fin de saison pluvieuse. Les échantillons ont été apprêtés au Laboratoire de Recherche Avicole et de Zoo économie (LARAZE) de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC) avant d'être convoyés au Laboratoire d'Analyse des fourrages du Centre de Recherche Agronomique de Wallonie (CRAW) en Belgique pour la détermination de la valeur nutritive des herbacées fourragères.

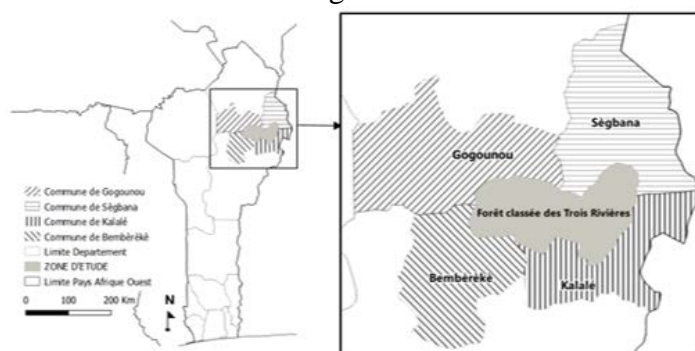


Figure 1. Zone d'étude de prélèvement des herbacées fourragères.
Source : (Badarou et al .2020)

Collecte des échantillons

500g échantillon homogène de 26 herbacées appréciées (Badarou *et al.*, 2020) ont été prélevés puis conditionnés dans des sachets transparents et exposés à la température ambiante avant d'être convoyés au laboratoire. Ils ont été séchés dans une étuve ventilée à 60°C pendant 48 h jusqu'à poids constant puis moulu à 0,5 mm de maille dans un moulin à marteau.

Analyse des échantillons

Ces échantillons ainsi obtenus ont été soumis aux analyses par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) à l'aide de l'appareil VIAVI. La spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR, ou NIRS en anglais) est une technique analytique basée sur l'absorption de la lumière par la matière organique des échantillons. La SPIR nécessite une phase d'étalonnage qui lie

le spectre infrarouge aux résultats des mesures faites au laboratoire par des méthodes de référence (composition chimique, valeur nutritive...). L'étalonnage doit être réalisé pour chacun des produits et chacune des composantes chimiques que l'on souhaite prédire par la suite.

Une fois au laboratoire, les 26 échantillons ont reçu chacun un numéro selon le protocole et conservés dans des emballages en sachet et en plastique à température ambiante.

Préparation à l'analyse : Le paramétrage des appareils a permis de définir : le « pas » pour l'enregistrement des absorbances ; le nom et l'endroit d'enregistrement des spectres sur l'ordinateur et le nombre de spectres à enregistrer (et/ou à moyenner) par fichier, dans ce cas, ce fût 02. Une fois ces paramètres choisis, une référence externe a été mesurée avant toute utilisation. La référence dans le cadre de notre travail s'est faite toutes les dix (10) minutes.

Le matériel utilisé est composé des Ring cup (coupelles) contenant les échantillons à analyser, il s'agit aussi de 03 Nir4farm AUNIR (EQ1018, EQ1017 et EQ1138) et du MicroNir.

Les spectres obtenus après les mesures avec les appareils sont rassemblés dans une base de données spectrale enregistrée sur l'ordinateur. Pour la création des bases de données et la conception des modèles, les logiciels suivants ont été utilisés : - MicroNIR pro 1700 pour la mesure des échantillons, la création des bases de données et l'exportation de ces derniers et - The Unscrambler X (Camo Software) pour la compilation des spectres bruts en une matrice, quelle que soit la marque du spectromètre utilisé. Ce programme a également permis de développer les modèles prédictifs et de valider les modèles.

La première étape, avant le développement du modèle prédictif en tant que tel, consiste à répartir les données en deux groupes. Le premier groupe d'échantillons appelé « set de calibration », a été utilisé pour créer le modèle prédictif et établir une équation de prédiction. Le deuxième groupe appelé « set de validation », a été utilisé pour tester et vérifier le bon fonctionnement du modèle. Des analyses chimiques n'étant pas encore effectuées sur les échantillons, les calibrations développées dans la base de données Herbtrop qui comporte plus de 8134 échantillons a été utilisé pour prédire les valeurs de référence des fourrages à partir des mesures du XDS et du DS2500.

Une fois les spectres combinés en une base de données (DB) contenant les absorbances et les valeurs de référence, le développement d'un modèle prédictif peut commencer. Le prétraitement permet de réduire la variabilité liée au bruit présent sur tous les spectres et, surtout, de maximiser l'effet des longueurs d'onde qui présentent une variabilité inhérente à la nature même des échantillons. Les traitements mathématiques appliqués aux données spectrales sont dans un premier temps la dérivée première et le SNV. Ce traitement

mathématique consiste à calculer la dérivée sur toute la longueur d'onde. Pour dériver les spectres de ce travail, nous avons utilisé l'algorithme de « Savitzky & Golay ». Le traitement SNV correspond à une normalisation pondérée qui standardise chaque spectre pour avoir une moyenne globale de zéro et un écart type de 1 (Bertrand, 2006 ; Wise et al, 2006)

L'Analyse en Composante Principale est un outil mathématique utilisé pour visualiser l'ensemble d'un jeu de données composé de plusieurs variables. Cette étape est très utile pour obtenir une vue d'ensemble sur son jeu de données.

La régression des moindres carrés partiels permet de créer une nouvelle équation qui permet de créer une régression multi variée simple (MLR), mais avec des coefficients bien mieux corrélés aux spectres et aux valeurs Y qu'une MLR.

La Cross validation a permis de caractériser la calibration et de choisir le bon nombre de composantes à prendre en compte dans celle-ci. Des modèles produits dans ce travail, les échantillons ont été divisés en 3 groupes.

Le modèle prédictif en NIR utilisé est celle décrite par Minet et al., 2016.

En résumé, un bon modèle prédictif en NIR est caractérisé par : - un SEC et SECV faible ; - un RPD > 3 : - un biais nul : - un SEP similaire au SECV : - un R2 proche de 1.

Analyse statistique

Afin de subdiviser l'ensemble des espèces en un nombre plus restreints, de classes ou groupes constitués d'éléments assez homogènes, une classification numérique prenant en compte les différents paramètres chimiques et valeurs nutritives des espèces a été réalisée avec le logiciel SAS version 9.2 et suivant le coefficient de détermination $R^2 = 0,50$ (Sossa *et al.*, 2014 ; Dah Nouvlessounon *et al.*, 2015). Les groupes d'espèces obtenus ont été soumis à une analyse de variance selon Dah Nouvlessounon *et al.* (2015) en utilisant la procédure GLM du logiciel SAS version 9.2. Le test de Student Newman Keuls a été utilisé pour la séparation des moyennes au seuil de 5% (Dagnelie, 1986). Ensuite, les groupes obtenus ont été mis en relation avec les différents paramètres chimiques grâce à une analyse en composantes principales (ACP) selon Bello *et al.* (2017) afin de faciliter l'interprétation des résultats de cette classification. En fin une corrélation a été réalisée entre les paramètres chimiques et les valeurs nutritives.

Résultats

Classification des herbacées appréciées par les ruminants

Le résultat du regroupement des différentes espèces herbacées est présenté sous la forme d'un dendrogramme (figure 2). D'après les résultats du

dendrogramme, les informations de départ permettent de procéder au classement de ces espèces en cinq groupes. Le groupe 1 regroupe neuf espèces à savoir : *Andropogon tectorum*, *Brachiaria lata*, *Ipomoea eriocarpa*, *Amaranthus gprororus*, *Boerhavia erecta*, *Brachiaria falcifera*, *Corchorus stridens*, *Sida acuta*, *Curculigo pilosa*. Le groupe 2 comporte six espèces notamment *Pennisetum polystachion*, *Crotalaria macrocalyx*, *Mariscus cylindristachyus*, *Aeschynomene Indica*, *Tridas prucumbens*, *Pennisetum pedicelatum*. Le groupe 5 est composé de trois espèces *Spermacoce stachydea*, *Commelina benghalensis* et *Eleusine indica*.

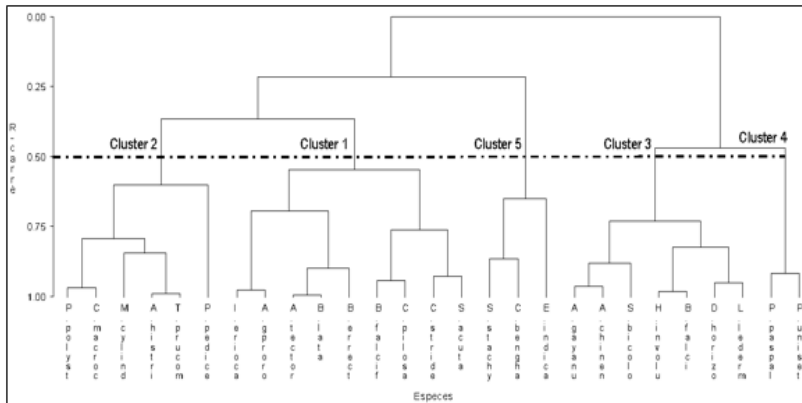


Figure 2. Dendrogramme présentant les différents groupes des herbacées.

Caractéristiques chimiques et valeur nutritive des groupes d'herbacées appréciées par les ruminants identifiés à l'issue de la classification numérique

Résultat de l'analyse de la variance

Les résultats de comparaison des cinq groupes d'herbacées appréciées par les ruminants dans la zone d'étude à partir des 13 variables mesurées (tableau 2) révèlent que hormis la matière sèche (MS) et les matières grasses (MG) qui ne varient pas significativement ($p > 0,05$) d'un groupe d'espèces à un autre, toutes les autres caractéristiques chimiques varient très significativement ($p < 0,001$) d'un groupe à un autre. Les résultats du test de Student Newman Keuls révèlent que les espèces du groupe 1, 2 et 5 contiennent des taux significativement ($p < 0,05$) élevés ($13,05 \pm 1,52$ %) de Matières Azotées Totales (MAT) alors que celles du groupe 1, 2 et 3 contiennent des taux significativement ($p < 0,05$) élevés de Cellulose Brute (CB = $34,99 \pm 2,95$ %) et de Matière Organique (MO = $87,74 \pm 12,59$ %) comparativement aux groupes 4 et 5. Les taux significativement ($p < 0,05$) plus élevés ($21,35 \pm 1,83$ %) en Cendres Totales (CT) ont été enregistrés pour les espèces des groupes 4 et 5. S'agissant de la composition en constituants pariétaux, le taux des fibres totales (NDF) est significativement ($p < 0,05$) élevé ($70,97 \pm 0,9$ %) pour les espèces du groupe 3 et 4 alors que le taux en

lignocellulose (ADF) est significativement ($p < 0,05$) élevé ($45,17 \pm 1,53$ %) pour les espèces du groupe 2 et 3.

En ce qui concerne les valeurs nutritives, les groupe 1 et 5 sont constitués espèces ayant des valeurs UFL et UFV élevées. Des valeurs élevées ($117,81 \pm 14,25$ g/kg MS) de Matières Azotées Digestibles sont enregistrées pour les espèces des groupes 1, 2 et 5 ont. De même, les taux significativement ($p < 0,05$) plus élevées ($87,74 \pm 0,75$ %) de la digestibilité de la matière organique (dMO) ont été obtenus ($p < 0,05$) avec les espèces des groupes 1, 2 et 3. Avec une valeur de fisher élevée ($F = 17,95$), la dMO apparait comme étant le critère le plus influencé par le groupe d'espèces herbacées. En terme d'énergies nettes (UFL), les herbacées du groupe 1 et 5 contiennent des teneurs significativement plus élevées que les autres groupes ($p < 0,05$) de même le rapport MAD/UF.

Tableau 2. Composition chimique et la valeur nutritive (moyennes \pm erreur standard) par groupe d'herbacée.

Composit ion chimique et valeur nutritive	Clusters					Vale ur de Fisher
	1	2	3	4	5	
MS (%)	91,51 \pm 0,53	92,67 \pm 0,40	93,26 \pm 0,58	92,19 \pm 1,43	93,80 \pm 0,88	2,08 ns
MAT (%)	13,13 \pm 1,01 a	13,10 \pm 1,56 a	7,66 \pm 1,00 ab	5,64 \pm 0,02 b	12,94 \pm 1,82 a	5,56 **
CB (%)	33,02 \pm 1,63 a	33,61 \pm 2,52 a	37,01 \pm 0,68 a	36,30 \pm 4,12 a	21,63 \pm 0,92 b	6,49 **
MO (%)	85,57 \pm 6,90 a	88,82 \pm 8,99 a	88,83 \pm 8,55 a	79,56 \pm 16,88b	77,71 \pm 20,60 b	17,96***
MG (%)	1,96 \pm 0,17	2,04 \pm 0,28	1,81 \pm 0,25	1,12 \pm 0,02	2,26 \pm 0,39	1,19 ns
CT (%)	14,42 \pm 0,69 b	11,17 \pm 0,89 b	11,16 \pm 0,85 b	20,43 \pm 1,68 a	22,28 \pm 2,06 a	17,95***
NDF (%)	57,31 \pm 2,58 b	55,50 \pm 1,58 b	73,60 \pm 1,16 a	68,26 \pm 0,64 a	47,88 \pm 6,54 b	12,86***
ADF (%)	38,78 \pm 1,39 ab	44,75 \pm 1,92 a	45,59 \pm 1,13 a	42,45 \pm 2,72 ab	35,79 \pm 2,93 b	5,10 **
ADL (%)	9,09 \pm 0,97 bc	14,61 \pm 0,92 a	5,60 \pm 0,49 c	7,43 \pm 0,36 bc	10,51 \pm 3,89 ab	7,78 ***
MAD (g/kgMS)	118,52 \pm 9,46 a	118,17 \pm 14,56 a	67,71 \pm 9,35 b	48,90 \pm 0,19 b	116,75 \pm 16,98 a	5,56 **
dMO(%)	85,57 \pm 0,69 a	88,82 \pm 0,89 a	88,83 \pm 0,85 a	79,56 \pm 1,68 b	77,71 \pm 2,06 b	17,95***
UFL (/kgMS)	0,82 \pm 0,04 a	0,61 \pm 0,04 b	0,65 \pm 0,03 ab	0,59 \pm 0,05 b	0,82 \pm 0,06 a	5,86 **
UFV (/kgMS)	0,74 \pm 0,03 a	0,55 \pm 0,03 bc	0,59 \pm 0,03 abc	0,52 \pm 0,04 c	0,72 \pm 0,05 ab	5,53 **

MAD/UF L (g)	144,54±46,5 7 ab	193,72±38, 59 a	104,17±38 ,65 b	82,88±11, 4 b	142,38±28,7 1 ab	4,77 **
-----------------	---------------------	--------------------	--------------------	------------------	---------------------	------------

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement ($p>0,05$) différentes selon le test de Student Newman Keuls.

*ns : non significatif ; ** : très significatif ($p<0,01$) ; *** : très hautement significatif $p<0,001$)*

Résultat de l'analyse en composante principale

Les résultats de l'analyse en composante principale réalisés sur les différents groupes d'espèces herbacées appréciées par les ruminants dans la zone d'étude à partir des compositions chimiques (MS, MAT, NDF, ADF, ADL, CB, MO, MG, CT,) et valeurs nutritives (UFL, UFV, dMO et MAD) ont permis de décrire les relations entre eux et d'affiner leur analyse. Ces résultats indiquent que les deux premiers axes expliquent 80,20 % de l'information totale (tableau 3).

Tableau 3. Valeur propre et proportion cumulée des trois premières composantes principales.

Axe	Valeur propre	Proportion	Cumulative
Axe 1	6,65	0,512	0,512
Axe 2	3,76	0,29	0,802
Axe 3	1,42	0,11	0,912

La corrélation entre les différents paramètres mesurés (caractéristiques chimiques et valeur nutritive) et les axes (tableau 4) montre que la première composante principale oppose le taux de matière azotée totale (MAT), de matières azotées digestibles (MAD), de valeurs énergétiques nettes (UFL ; UFV) au taux de cellulose brute (CB) dans chaque groupe. Il ressort que toutes les espèces herbacées appréciées par les ruminants et ayant une forte teneur en MAT, MAD et en énergies nettes (UFL, UFV) contiennent une faible teneur de cellulose brute (CB) et vis-versa. De même au niveau de la seconde composante principale, le taux des CT oppose les taux de MAT, MO, dMO et MAD. Il en ressort que les herbacées ayant une forte teneur en CT contiennent une faible teneur de MAT, MO, dMO et MAD et vice versa (tableau 4).

La projection des différentes caractéristiques chimiques et nutritives dans le système d'axes définis par les groupes des herbacées appréciées par les ruminants (figure 3) à l'issue de l'analyse en composante principale (ACP), montrent que les espèces composant le groupe 1 sont celles qui comportent les teneurs les plus élevées en MS, ADF, ADL alors que celles du groupe 2 ont une dMO élevée. Les espèces du groupe 3 par contre, comportent les fortes teneurs en Cellulose Brute (CB) alors que celles composant le groupe 4 sont les plus riches en CT. Dans le groupe 5, les herbacées appréciées présentent d'excellentes valeurs azotées (MAD) et énergétiques (UFL, UFV).

Tableau 4. Variables associées aux deux premières composantes.

Paramètres mesurés	PC1	PC2	PC3
MS	-0,10ns	-0,07ns	-0,46*
MAT	-0,31*	0,31*	-0,01ns
NDF	0,36*	-0,07ns	0,21ns
ADF	0,35*	0,20ns	-0,19ns
ADL	-0,17ns	0,27ns	-0,48*
CB	0,36*	0,10ns	0,19ns
MO	0,18ns	0,45*	0,10ns
MG	-0,29ns	0,29ns	-0,05ns
MM	-0,18ns	-0,45*	-0,10ns
UFL	-0,32*	0,04ns	0,47*
UFV	-0,33*	-0,01ns	0,43*
dMO	0,18ns	0,45*	0,10ns
MAD	-0,31*	0,31*	-0,01ns

ns : non significatif ; * : significatif ($p < 0,05$)

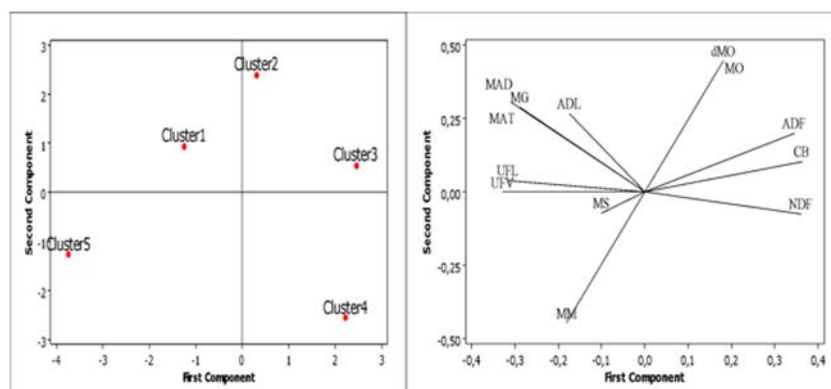


Figure 3. Relation entre les groupes d'espèces et les caractéristiques chimiques à partir de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) : projection des groupes et des variables dans le système d'axes factoriels

Corrélation entre les différents paramètres

Les différentes corrélations établies entre les variables mesurées (tableau 5) montre qu'il existe une corrélation positive et significative entre le taux de matières azotées totales (MAT) et l'unité fourragère lait (UFL) ($r = 0,55$; $p < 0,01$), l'unité fourragère viande (UFV) ($r = 0,54$; $p < 0,01$) et les matières azotées digestibles (MAD) ($r = 1,00$; $p < 0,01$). Il ressort que les herbacées appréciées par les ruminants et ayant une forte teneur en matières azotées totales (MAT) contiennent des valeurs élevées en énergies nettes (UFL ; UFV) et en MAD. Cependant, le taux de NDF est négativement et significativement corrélé avec l'UFL ($r = -0,45$; $p < 0,01$) et l'UFV ($r = -0,45$; $p < 0,01$) et les teneurs en MAD ($r = -0,53$; $p < 0,001$). De même, le taux en lignine (ADL) est négativement et significativement corrélé avec le taux de l'unité fourragère lait (UFL) ($r = -0,74$; $p < 0,01$) et, avec l'unité fourragère

viande (UFV) ($r = -0,75$; $p < 0,01$), pendant qu'elle est positivement corrélée avec le taux de digestibilité de la Matière Organique (dMO) ($r = 0,49$; $p < 0,05$). Cependant, la teneur en cellulose brute (CB) est négativement et significativement corrélée avec la teneur en matière azotée digestible (MAD) ($r = -0,63$; $p < 0,001$), avec l'unité fourragère lait (UFL) ($r = -0,49$; $p < 0,01$) et avec l'unité fourragère viande (UFV) ($r = -0,51$; $p < 0,01$) pendant qu'elle est positivement corrélée avec la dMO ($r = 0,45$; $p < 0,05$). Autrement dit, les espèces herbacées appréciées par les ruminants et ayant une forte teneur en cellulose brute (CB) ont généralement de faible valeur en énergies nettes (UFL ; UFV) et en MAD. Cependant, une espèce d'herbacée contenant une teneur élevée en cellulose brute (CB) contient aussi une digestibilité de la Matière Organique (dMO) élevée. On note également une corrélation significative et positive MO et dMO ($r = 1,00$; $p < 0,001$) d'une part, et d'autre part, entre MG et UFL ($r = 0,39$; $p < 0,05$). Ainsi, une espèce herbacée contenant une teneur élevée en Matière Organique (MO) a une forte digestibilité de la Matière Organique (dMO). De même, une espèce contenant une forte teneur en matière grasse (MG) contient également une forte valeur de l'unité fourragère lait (UFL). Cependant, on note une corrélation significative et négative entre les matières minérales (MM) et la digestibilité de la matière organique (dMO) ($r = -1,00$; $p < 0,05$). Ainsi une espèce d'herbacée ayant une forte teneur en cendres totales (CT) a une faible digestibilité de la Matière Organique (dMO). L'UFL est positivement et significativement corrélé à l'UFV ($r = 0,99$; $p < 0,001$) et à MAT. Il en résulte que les herbacées appréciées par les ruminants et ayant l'unité fourragère lait élevée ont aussi l'unité fourragère viande (UFV) élevée et une forte digestibilité de la matière azotée (MAD). De même, l'unité fourragère viande (UFV) est positivement et significativement ($r = 0,54$; $p < 0,01$) corrélée à la digestibilité de la matière azotée (MAD). Ainsi, une herbacée dont l'unité fourragère viande est élevée à une forte digestibilité (tableau 5).

Tableau 5. Corrélation entre les principales caractéristiques déterminées au niveau des herbacées appréciées par les ruminants.

	MS	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	MO	MG	MM	UFL	UFV	dMO
M S												
M A T	0,08 ns											
N D F	0,14 ns	- 0,53* *										
A D F	- 0,03 ns	- 0,49* *	0,47 *									

A D L	- 0,33 ns	0,20n s	- 0,63 ***	0,27n s									
C B	- 0,19 ns	- 0,63* **	0,56 **	0,62* **	- 0,13 ns								
M O	- 0,17 ns	- 0,12n s	0,28 ns	0,49* *	0,18 ns	0,45*							
M G	- 0,18 ns	0,33n s	- 0,15 ns	- 0,15n s	0,22 ns	- 0,28n s	- 0,02n s						
C T	0,17 ns	0,12n s	- 0,28 ns	- 0,49n s	0,18 ns	-0,45*	- 1,00* **	0,02 ns					
U F L	- 0,13 ns	0,55* *	- 0,45 *	- 0,74* **	- 0,19 ns	- 0,49* *	- 0,30n s	0,39 *	0,30 ns				
U F V	- 0,11 ns	0,54* *	- 0,45 *	- 0,75* **	- 0,20 ns	- 0,51* *	- 0,35n s	0,38 ns	0,35 ns	0,99 ***			
d M O	- 0,17 ns	- 0,12n s	0,28 ns	0,49* *	0,18 ns	0,45*	1,00* **	- 0,02 ns	- 1,00 0*	- 0,30 ns	- 0,35 ns		
M A D	0,08 ns	1,00* **	- 0,53 **	- 0,49* *	0,20 ns	- 0,63* **	- 0,13n s	0,33 ns	0,13 ns	0,55 **	0,54 **	0,13ns	

ns : non significatif ; * : très significatif (p<0,05) ** : très significatif (p<0,01) ; *** : très hautement significatif p<0,001

Discussion

Composition chimique des espèces herbacées étudiées

L'évaluation de la valeur alimentaire d'un fourrage dépend de deux facteurs d'égale importance : sa valeur nutritive et la quantité de matière sèche volontairement ingérée par un animal à qui on offre ce fourrage à volonté (Sidi *et al.*, 2016).

Les résultats des analyses chimiques réalisés au laboratoire ont révélé que, les teneurs en MAT varient entre 5,64±0,02 % et 13,13±1,01 % et celles des MAD variant entre 48,90±0,19 g/kg de MS et 118,52±9,46 g/kg de MS avec les fortes valeurs concentrées dans les espèces notamment : *A. tectorum*, *B. lata*, *I. eriocarpa*, *A. gprororus*, *B. erecta*, *B. falcifera*, *C. stridens*, *Sida acuta*, *Curculigo pilosa*, *P. polystachion*, *C. macrocalyx*, *Mariscus cylindristachyus*, *A. Indica*, *T. prucumbens*, *P. pedicelatum*, *A. gayanus*, *A. chinensis*, *Sorghum bicolor*, *H. involucrata*, *B. falcifera*, *Digitaria horizontalis* et *L. ledermannii*. Des résultats similaires ont été obtenus par Kadi et Zirmi-Zembri (2016) en Algérie et Laudadio *et al.* (2009) en Tunisie

au niveau des feuillages de certaines espèces fourragères notamment *Ephédra alata*, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior* et *Genista saharae*. Cependant ces valeurs obtenues sont largement inférieures à celles obtenues par Kadi et Zirmi-Zembri (2016) sur *Acacia horrida*, *Acacia nilotica*, *Acacia saligna* et *Acacia albida* où les valeurs obtenues sont comprises entre 15,7% et 25,2%. Selon Arbouche *et al.* (2012), le taux moyen de MAT (13 %) est appréciable, s'agissant d'arbres et arbustes, avec cependant une grande dispersion montrant la grande variabilité de la composition chimique observée dans l'étude.

En ce qui concerne les cendres totales (CT), les valeurs obtenues sont comprises entre $11,16 \pm 0,85\%$ et $22,28 \pm 2,06\%$ avec les valeurs les plus élevées obtenues pour avec les espèces du groupe 4 (*Paspalum scrobiculatum* et *Pennisetum unisetum*) et du groupe 5 (*Spermacoce stachydea*, *Commelina benghalensis* et *Eleusine indica*). Des résultats similaires ont été obtenus par Kadi et Zirmi-Zembri (2016) sur *Anabasis articulata* et Haddi *et al.* (2009) sur *Cynodon dactylon*, *Tamarix africana*, *Cyperus conglomeratus*, *Hedysarum coronarium*; des espèces fourragères appréciées par les ruminants en dans les zones arides et semi arides de l'Algérie. Cependant ces mêmes auteurs ont obtenu des valeurs inférieures de la CT dans les espèces comme *Zilla macroptera*, *Zilla spinosa*, *Zizyphus lotus* (entre 3,2 et 5,89%). Selon, Boufennara *et al.* (2012), les arbres et arbustes fourragers sont connus pour être hétérogènes en fonction de l'espèce végétale, de l'organe et de l'âge de la plante. Cette variation est aussi fonction d'autres paramètres comme la méthode de séchage dans le cas des feuilles d'olivier (Martín-García *et al.*, 2008).

Valeur nutritive des espèces étudiées

La qualité de la nutrition est un facteur clé de tout système d'élevage des ruminants qui se veut efficace. Ces derniers doivent recevoir tous les éléments nutritifs, diététiques essentiels en quantités optimales. Les espèces étudiées ont montré des valeurs de UFL allant de 0,55 à 0,74 /kg MS et de UFV allant de 0,59 à 0,82 /kg MS et des valeurs des fibres totales (NDF) et en lignine(ADL) allant de 48 à 74 % et 6 à 15 % respectivement. Haddi *et al.* (2009) ont obtenu une valeur de l'Unité Fourragère de 0,76 kg /MS sur *Cynodon dactylon* et *Cyperus conglomeratus* en Algérie. De même, Sidi *et al.* (2016) ont obtenu une valeur inférieure à 0,75 /kg MS pour les unités fourragères de lait (UFL) et de viande (UFV) sur les ligneux appréciés par les ruminants des parcours communautaires du Nord-Est du Bénin. Globalement, les fourrages étudiés sont riches en fibres puisque les teneurs moyennes en NDF dépassent 45 % alors que celles en lignocellulose (ADF) avoisinent 30 %. D'après les travaux réalisés par Bouazza *et al.* (2012), un fourrage est de bonne qualité s'il se caractérise par des valeurs de MAT >10 % de MS et des taux de

NDF < 30 %, pauvre s'il contient des teneurs en MAT < 10 % et des teneurs en NDF > 50 % et de très bonnes sources d'énergétique si les valeurs de UFL $\geq 0,7$ et UFV $\geq 0,6$. Ainsi, les espèces comme *A. gayanus*, *A. chinensis*, *S. bicolore*, *H. involucrata*, *B. falcifera*, *D. horizontalis*, *L. ledermannii*, *P. scrobiculatum* et *P. unisetum* sont des espèces pauvres et ne peuvent pas couvrir les besoins d'entretien et de production de ruminants d'élevage en milieu réel ayant un gain moyen quotidien de 55 g selon Babatounde *et al.* (2009). Les espèces comme *A. tectorum*, *B. lata*, *I. eriocarpa*, *A. gprororus*, *B. erecta*, *B. falcifera*, *C. stridens*, *S. acuta*, *C. pilosa*, *P. polystachion*, *C. macrocalyx*, *M. cylindristachyus*, *A. Indica*, *T. prucombens*, *P. pedicelatum*, *S. stachydea*, *C. benghalensis* et *E. indica* sont quand à elles de très bonne source d'énergie. Ces espèces qualifiées de fourrage excellent car leur unité fourragère est supérieure à 0,6 UF et la teneur en MAD est supérieure à 53 g par kg de MS. Elles peuvent assurer une production journalière de l'U. B. T. de plus de 3 litres de lait ou plus de 300 g de gain de poids vif, de kg de MS (Awohouedji *et al.*, 2013 ; Koura *et al.*, 2015).

Corrélation entre caractéristiques chimiques et valeur nutritive

La corrélation des paramètres chimiques tels que la digestibilité et la composition chimique montrent que la digestibilité augmente avec la forte teneur en matière azotée et diminue avec les teneurs en NDF, ADF et de la cellulose brute. Ce résultat est conforme aux travaux de Ndagurwa et Dube (2013), qui ont trouvé que la digestibilité de la matière organique dépend essentiellement de la teneur des constituants de la paroi cellulaire et intra cellulaires, notamment en matière azotée, ce qui fait que cette digestibilité diminue au fur et à mesure que la teneur en parois cellulaires et leur degré de lignification augmente et que la teneur en constituants intra cellulaires diminue. De la même, Longo *et al.* (2007), rapportent qu'il existe une corrélation négative entre les proportions de lignine et la digestibilité des parois cellulaires, en raison des relations complexes existantes entre la lignine et les autres molécules de la paroi cellulaire. De même, Chehma *et al.* (2003) ; Chehma et Longo, (2004) ont aussi observé que la diminution de la digestibilité est corrélée avec une augmentation de la teneur en cellulose brute des parois. Les résultats des travaux réalisés par Ammar *et al.* (2005) et Haddi *et al.* (2009) ont montré que les protéines des fourrages verts sont situées pour l'essentiel dans les cellules chlorophylliennes (feuilles) et le cytoplasme. Selon Ndagurwa et Dube (2013), la variation en matière azotée totale (MAT) est liée à la composition morphologique. Les résultats de la présente étude ont révélé une corrélation positive entre les valeurs MAT et les énergies nettes (UFL, UFV). Ce résultat confirme les travaux de Chehma *et al.* (2003) qui ont montré que la valeur énergétique des plantes est liée positivement à leur teneur en matières azotées et négativement à leur teneur en cellulose brute et en parois.

Conclusion

Vingt-six (26) herbacées appréciées par les ruminants sur les parcours communautaires du Nord-Est du Bénin ont été caractérisées à travers la détermination de leurs compositions chimiques. Au terme de l'étude, les espèces des groupes 1 et 5 sont riches en MAT, MAD, UFL, UFV avec UFL supérieure à 0,80 et le rapport MAD/UF supérieur à 120g pendant que les herbacées des groupes 3 et 4 sont riches en NDF. Les herbacées telles que *A. tectorum*, *A. gprororus*, *B. erecta*, *B. falcifera*, *S. acuta*, *P. polystachion*, *M. cylindristachyus*, *A. Indica*, *T. prurcombens*, *S. stachydea*, *C. benghalensis* et *E. indica* sont celles qu'on peut promouvoir afin d'améliorer la production de viande et de lait au Bénin. Il est envisagé l'élaboration des modèles de prédiction de la valeur nutritive de ces herbacées fourragères.

References:

1. Ammar H., Lopez S., Gonzalez J.-S. (2005). Assessment of the digestibility of some Mediterranean Shrubs by in vitro techniques. *Animal Feed Sciences and Technology*, 119, 223-331.
2. Arbouche Y., Arbouche H. S., Arbouche F. et Arbouche R. (2012). Valeur fourragère des espèces prélevées par *Gazella cuveieri* Ogilby, 1841 au niveau du djebel Metlili Algérie. *Archiva Zootechnica*. 61(233), pp. 145-148
3. Awohouedji D. Y. G., Severin B., Julien A., Marcel H., Sylvie H.-A. and others 2013. Supplementing *Panicum maximum* with two medicinal forages in the diet of Djallonke sheep at the Benin national sheep center, *Scientific Journal of Animal Science*, 2 (11), pp. 285–295. Available from: <http://sjournals.com/index.php/SJAs/article/view/1025>
4. Babatounde S., Toleba S., Adandedjan C., Dahouda M., Sidi H. and Buldgen A. (2009). Comportement alimentaire et évolution pondérale des moutons Djallonké sur des pâturages de fourrages cultivés en mélange, *Annales Des Sciences Agronomiques*. Université d'Abomey-Calavi (UAC).
5. Badarou K O., Sidi H., Adehan S. B., Adjolohoun S., Gbego. Tossa I., H.oundonougbo F., & Babatounde S., (2020). Herbacées fourragères appréciées par les bovins sur les parcours communautaires du nord-est du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences (J. Anim. Plant Sci. ISSN 2071-7024) Vol.45 (3): 7964-7978* <https://doi.org/10.35759/>
6. Baumont R., Arogo Y., Niderdorn V. (2011). Transformation des plantes au cours de leur conservation et conséquences sur leur valeur pour les ruminants, *Fourrages*, 205, 35-46.
7. Bello O.D., L. E. Ahoton, A. Saidou, I. P.B. Akponikpè, V. A. Ezin, I. Balogoun, N. Aho. (2017). Climate change and cashew (*Anacardium*

- occidentale L.) productivity in Benin (West Africa): perceptions and endogenous measures of adaptation. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 11(3): 924-946.
8. Bertrand D. et Dufour E. 2006. *La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques*. 2ème éd. Paris.
 9. Bouazza L., Bordas R., Boufennara S., Bousseboua M. and Lopez S. (2012). Nutritive evaluation of foliage from fodder trees and shrubs characteristic of Algerian arid and semi -arid area. *Journal of animal and feed sciences*, 21, 521-536.
 10. Boufennara S., Lope Z. S., Bousseboua M., Bodas R. and Bouazza L. (2012). Chemical composition and digestibility of some browse plant species collected from Algerian arid rangelands. *Spanish Journal of agricultural Research*, 10(1):88-98.
 11. Chehma A., Longo H. F, & Belbey A. (2003). Utilisation digestive de régimes à base de rebuts de dattes chez le dromadaire et le mouton. *Revue Courrier du savoir* (3), Université Hassan Dahleb–Biskra (Algérie), 17-21.
 12. Chehma A, & Longo-Hammouda F. H. (2004). Bilan azoté et gain de poids, chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous-produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du drinn" *Aristida pungens*". *Cahiers Agricultures*, 13(2), 221-226.
 13. Dagnelie, P. (1986). *Théorie et méthodes statistiques vol. II*, Chapitre 17, Lavoisier Tec. et Doc.
 14. Dah-Nouvlessounon D., Adjanooun A., Sina H., Noumavo P. A., Diarrasouba N., Parkouda C. & Baba-Moussa L. (2015). Nutritional and anti-nutrient composition of three kola nuts (*Cola nitida*, *Cola acuminata* and *Garcinia kola*) produced in Benin. *Food and Nutrition Sciences*, 6(15), 1395.
 15. Djenontin A. (2005). Interactions élevage-environnement : adaptation des modes d'élevage des bovins à l'extension des espaces cultivés au Nord-Est du Bénin. Mémoire DEA, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques.
 16. Djenontin J. (2010). Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-Est du Bénin (Doctoral dissertation). 203p
 17. Gerardy-Schahn, R., Oelmann, S., & Bakker, H. (2001). Nucleotide sugar transporters: biological and functional aspects. *Biochimie*, 83(8), 775-782.
 18. Haddi M. L., Arab H., Yacoub F., Hornick J. L., Rollin, F., & Mehennaoui S. (2009). Seasonal changes in chemical composition and in vitro gas production of six plants from Eastern Algerian arid regions. *Livestock research for rural development*, 21(4), 1-16.

19. Kadi S. A. et Zirmi-Zembri N. (2016). Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 2- Les arbres et arbustes Fourragers, *Livestock Research for Rural Development* 28 (8) : 1-14.
20. Koura T. W., Dagbenonbakin G. D., Kindomihou V. M. and Sinsin B. A. (2015). Farmers' background and diversity of uses of palm oil wastes for sustainable agriculture in Southern Benin Republic, *Biological Agriculture & Horticulture*, 31 (1), pp. 35–44.
21. Laudadio V., Tufarelli V., Dario M., Hammadi M., Seddik M. M., Lacalandra G. M. and Dario C. (2009). A survey of chemical and nutritional characteristics of halophytes plants used by camels in Southern Tunisia. *Tropical animal health and production*, 41(2), 209-215.
22. Lesse, P., Houinato, M., Azihou, F., Djenontin, J., & Sinsin, B. (2016). Typologie, productivité, capacité de charge et valeur pastorale des pâturages des parcours transhumants au Nord Est de la République du Bénin [Typology, Productivity, carrying capacity and pastoral value of transhumance pasture in the northeast of the Republic of Benin]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 14(1), 132.
23. Longo H F., Siboukeur O., Chehma A. (2007). "Aspects nutritionnels des pâturages les plus appréciés par *Camelus dromedarius* en Algérie", *Cahiers Agriculteurs.*, 16, 6, 477 - 483
24. Martín-García A. I. and Molina-Alcaide E. (2008). Effect of different drying procedures on the nutritive value of olive (*Olea europaea* var. *europaea*) leaves for ruminants. *Animal feed science and technology*, 142(3), 317- 329
25. Minet O., Ferber, F., Jacob, L., Lecler, B., Agneessens, R., Cugnon, T., ... & Planchon, V. (2016). La spectrométrie proche infrarouge. Une technologie rapide, précise et écologique pour déterminer la composition et la qualité des produits agricoles et alimentaires.
26. Ndagurwa H. G. T. and Dube J. S. (2013). Nutritive value and digestibility of mistletoes and woody species browsed by goats in a semi-arid savanna, southwest Zimbabwe, *Livestock, Science*, 151 (2–3), pp. 163–170. DOI:10.1016/j.livsci.2012.10.020.
27. Sala O.E., Yahdjian L., Havstad K., Aguiar M. R. (2017). Rangeland ecosystem services: nature's supply and humans' demand. In: (Ed.), *Range land Systems*. Springer, pp. 467-489.
28. Sidi H., Awohouedji D. Y. G., Babatounde S., Guédou A. (2016). Typologie des ligneux des parcours communautaires du Nord-Est du Bénin. *Ann. UP, Série Sciences Naturelles et Agronomie*. Décembre 2016; Vol.6 (No.1) : 1-9.
29. Sossa E. L., Amadji G. L., Vissoh P. V., Hounsou B. M., Agbossou K. E., Hounhouigan D. J (2014) Caractérisation des systèmes de culture

- d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merrill) sur le plateau d'Allada au Sud-Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8:1030–1038
30. Wise B. M., Gallagher N. B., Bro R., Shaver J. M., Windig W. et Koch R. S. 2006. PLS-Toolbox Version 4.0 for use with MATLAB™ [en ligne]. Disponible à l'adresse : http://mitr.p.lodz.pl/raman/jsurmacki/pliki/zajecia/LMDiT/cw4i5/LMDiT_PLS_Manual_4.pdf
 31. Yoka J., Loumeto J. J., Djego J., Vouidibio J., Epron D. (2013). Évaluation de la diversité floristique en herbacées des savanes de la cuvette congolaise (République du Congo) Afrique SCIENCE 09(2) 110 – 123.
 32. Zirmi-Zembri, N., & Kadi, S. A. (2016). Valeur nutritive des principales ressources fourragères utilisées en Algérie. 1-Les fourrages naturels herbacés. *Livestock Research for Rural Development*, 28(8) ; 16p.

