

EVALUATION DE LA VALEUR NUTRITIVE PAR LA COMPOSITION CHIMIQUE DES PRINCIPAUX FOURRAGES DES ZONES ARIDE ET SEMI-ARIDE EN ALGERIE

Reçu le 19/01/2009 – Accepté le 28/12/2009

Résumé

Des plantes fourragères de Biskra (deux herbacées *Cynodon dactylon*, *Cyperus conglomeratus* et un arbuste *Tamarix africana*) et, à titre comparatif, de Constantine (Sulla : *Hedysarum coronarium*, des céréales (orge en vert, blé en montaison et avoine en épiaison) et des foin commerciaux) ont été analysées pour leurs contenus : matière sèche (MS), matière minérale (MM), matière organique (MO), matière grasse (MG), cendres insolubles (CI), matière azotée totale (MAT), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), acid detergent lignin (ADL) et en minéraux (Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Zn et Mn).

La MS est plus importante, dans le cas des foin mixtes (89.21%) pour les fourrages de Constantine. Cependant, au Sud (Biskra), c'est l'arbuste *T. africana* qui représente le taux le plus élevé (50.86%). L'analyse des minéraux, a révélé un contenu en Na plus élevé chez l'arbuste *T. africana* par rapport aux deux herbacées. Au Nord, c'est *H. coronarium* qui a montré le taux le plus élevé, à savoir 63.4 g/Kg.

L'analyse de la valeur nutritive des fourrages du Sud a révélé une digestibilité de la MS plus faible que celle du Nord (44.4% contre 50.60%).

Mots clés : composition chimique, fourrages, zone aride et semi-aride, valeur nutritive, *Cynodon dactylon*, *Cyperus conglomeratus*, *Tamarix africana*, *Hedysarum coronarium*

Abstract

Forage plants from Biskra (two grasses *Cynodon dactylon*, *Cyperus conglomeratus* and a shrub *Tamarix Africana*) and from Constantine, for a comparison (legume sulla : *Hedysarum coronarium*, grains (barley green, wheat and oats in bolting heading) and commercial hay) were analyzed for their contents: dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (MO), fat, insoluble ash, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL) and minerals (Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Zn and Mn).

The DM value is the most important in the case of the mixed hay (89.21%) in Constantine forage. However, in Biskra, the shrub *T. africana* reveals the most value (50.86%).

Minerals analysis shows that Na contents were higher in *T. Africana* in comparison to the two grasses. In the North, *H. coronarium* reveals the higher rate (63.4 g/Kg). The nutritional value of the southern forages has a lower DMD (44.4%) than the northern ones (50.60%).

Keywords: Chemical composition, forage, arid and semi-arid, nutritional value, *Cynodon dactylon*, *Cyperus conglomeratus*, *Tamarix africana*, *Hedysarum coronarium*

H. ARAB¹
M.L. HADDI²
S. MEHENNAOUI¹

¹ Laboratoire
Environnement, santé et
production animale.
Département vétérinaire.
Faculté des sciences.
Université Hadj Lakhdar.
Batna. Algérie.

² Département Biochimie
Microbiologie. Faculté des
sciences de la nature et de la
vie. Université Mentouri
Constantine. Algérie.

ملخص

تمت دراسة تحليلية لنباتات علفية اجتثت من ناحيتي بسكرة (الجنوب: اثنتين منهما من الأعشاب: النجم : *Cynodon dactylon*، السعد: *Cyperus conglomeratus* و الأخرى من عائلة الشجيرات : *Tamarix africana*) و قسنطينة (منطقة الشمال: من أجل المقارنة: نبتة بقولية السلة *Hedysarum coronarium*، الشعير الأخضر، نباتات القمح و الشوفان، و الأعلاف التجارية). هذه التحليل خصت : من المادة الجافة، المادة العضوية، الأملاح، الأملح الغير ذائبة في الحمض، الأزوت، الألياف (NDF, ADF, ADL) وكذا بعض المعادن: الكالسيوم (Ca)، الفسفور (P)، الصوديوم (Na)، البوتاسيوم (K)، المغنيزيوم (Mg)، النحاس (Cu)، الزنك (Zn) و المنغنيز (Mn).

أظهرت المادة الجافة لأعلاف الشمال أكبر قيم للأعلاف التجارية (89.21%) في منطقة الشمال بينما بالجنوب فإن أكبر قيمة سجلت في شجيرة *T. africana*.

أما دراسة الأملاح المعدنية فقد أبرزت محتوى عاليا لعنصر الصوديوم (Na) في شجيرة *T. africana* (بسكرة) في حين سجل ذات العنصر أكبر قيمة في نبتة *Hedysarum coronarium* (63.4 غ/كغ).

كما أثبتت دراسة القيمة الغذائية أن قيم إنهضامية المادة الجافة في نباتات الجنوب أقل من قيم نباتات الشمال (44.4% بالجنوب مقابل 50.60% بالشمال).

الكلمات المفتاحية : التركيب الكيميائي، الأعلاف، المنطقة الجافة و الشبه الجافة، القيمة الغذائية، النجم *Cynodon dactylon*، السعد *Hedysarum coronarium*، *Tamarix africana*، *Cyperus conglomeratus*.

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, cependant plusieurs facteurs sont impliqués et largement responsables des situations de carences tel que : l'intensification d'élevage, l'instabilité du climat, la fertilisation, les caractéristiques du sol qui influencent la biodisponibilité de ces nutriments. Dans les zones arides et semi-arides de l'Est algérien, le contexte alimentaire se caractérise chez les ruminants par une offre fourragère insuffisante tant qualitativement que quantitativement. Sur le terrain l'élevage est surtout extensif. Les fourrages constituent l'aliment de base pour les ruminants qui en tirent 90-95% de leur nourriture et ils couvrent entre 70 à 80% des besoins énergétiques de cette catégorie d'animaux [1].

L'alimentation de ces animaux est constituée par une végétation annuelle spontanée des pâturages naturels, des jachères ainsi que par les résidus de l'agriculture, principalement de la paille. Le bilan fourrager en Algérie a permis de relever que le taux de couverture des besoins du cheptel algérien se situe à moins de 80% pour une offre estimée à 8 milliard d'unité fourragère en 2001 [2]. La valeur nutritive d'un fourrage est dépendante du contenu et de la forme des éléments nutritifs présents dans la plante et de la quantité qui sera ingérée par l'animal [3]. L'analyse de la composition chimique constitue la base des méthodes d'évaluation de la valeur nutritive des plantes fourragères, car elle permet de quantifier les teneurs en nutriments (protéines, fibres, matière grasse, minéraux...) et en facteurs antinutritionnels (silice, métaux lourds, lignine...) de l'aliment, et donc de renseigner sur sa richesse ou sa faiblesse pour tel ou tel élément nutritif. Elle permet donc au nutritionniste de sélectionner la combinaison d'aliments qui répond au mieux aux besoins de l'animal.

La présente étude a pour objectifs de déterminer la composition chimique (MS, MO, MM, fibres, protéines, matière grasse, minéraux majeurs et mineurs) de quelques plantes fourragères communément consommées par les animaux domestiques dans deux zones géographiques de l'Est algérien : la zone de Biskra (climat aride) et la zone de Constantine (climat semi-aride) et d'évaluer leur valeur nutritive afin d'apprécier les apports et les déficits.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

Les plantes fourragères de la zone Sud-Est de Biskra au niveau de la localité d'El Haouche, ont été prélevées du septembre 2002 à juillet 2003 :

Cynodon dactylon, communément appelé chiendent : c'est une herbacée de la famille des graminées cosmopolite ; elle se maintient également dans des zones arides comme les abords du chott Melghir et rend l'étude de sa valeur nutritive nécessaire suite à sa contribution à l'alimentation des troupeaux aussi bien d'ovins que de dromadaire. Elle a été prélevée pendant dix campagnes

espacées d'un mois environ durant une année à l'exception du mois de Septembre.

Cyperus conglomeratus, vulgairement appelée « Assaad » est une plante herbacée, monocotylédone de la famille des cypéracées [4]. Cette plante a été prélevée pendant sept campagnes aux mois suivants : février, mars, avril, juin, novembre et décembre.

Tamarix africana : c'est un arbuste de la famille des tamaricacées [4], prélevée pendant neuf campagnes espacées d'un mois : février, avril, mai, juin, juillet et novembre.

Les prélèvements de cette dernière plante ont été fractionnés en tiges et feuilles.

Le groupe des plantes fourragères appartenant à la zone semi-aride de Constantine est composé par :

- les céréales (orge en vert, avoine en épiaison et le blé en montaison).
- Les foins commerciaux constitués principalement de plantes dicotylédones (en majorité des crucifères ou *Brassicacées*, des *Astéracées*, des ombellifères ou *Apiacées*, des *Fumariacées*, des *Euphorbiacées* et des *Papilionacées*) et
- Une légumineuse : Sulla (*Hedysarum coronarium*)

Les fourrages de ce groupe ont été prélevés une seule fois en 2004 à différent moment de l'année et analysés comme plante entière ; seule Sulla est prélevée pendant trois campagnes.

Analyses chimiques

Les plantes prélevées ont été séchées à l'étuve à 55 C° pendant 72h. L'arbuste *Tamarix africana* et Sulla ont été fractionnés en tiges et feuilles. Les échantillons séchés ont été broyés à une grille de 1mm de diamètre puis et conservés dans des pots étiquetés avec le code de l'échantillon à l'abri de la lumière et de l'humidité.

La détermination de la matière sèche (MS), la matière organique (MO) et des cendres a été effectuée selon Sauvart et al. [5].

Le dosage de l'azote a été effectué selon la méthode de Kjeldahl (1983) [6].

La matière grasse a été extraite en utilisant la méthode de Soxhlet reportée au journal officiel des communautés européennes N° L.279/17 [7]. La procédure de Van Soest et al. [8] a été appliquée pour déterminer les fibres neutres (NDF), les fibres acides (ADF) et la lignine (ADL).

La digestion humide par l'acide nitrique et perchlorique [9] a été faite pour obtenir des extraits destinés à la détermination des éléments minéraux majeurs et mineurs (Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn et Zn) en utilisant la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme

(Shimadzu AA modèle 6800). Cette extraction consiste à peser en double 1g de l'échantillon à analyser dans des béchers préalablement tarés. Environ 10 ml d'acide nitrique pur sont ajoutés pendant toute une nuit. Le contenu des béchers est chauffé jusqu'à la disparition des fumées rouge-orangée de NO₃. Trois ml d'acide perchlorique à 70 % sont additionnés et portés à ébullition jusqu'à la réduction du volume. Le résidu est filtré dans des fioles de 50 ml et ajustées avec de l'eau distillée à leur volume final.

La technique au nitrovanadomolybdate décrite par Kamoun [10] a été effectuée pour déterminer les concentrations du phosphore dans les plantes étudiées par la spectrophotométrie dans le visible à 430 nm. Un gramme de l'échantillon est pesé dans des creusets préalablement tarés, et placé dans l'étuve à 110 C° pendant deux heures. Les résidus secs sont incinérés dans un four à moufle à 450C° pendant 2 heures jusqu'à obtention de cendres blanches. L'ajout de 10 ml d'acide nitrique 1 N permet de dissoudre les cendres qui sont transvasées dans des béchers de 30 ml. Ces deniers sont chauffés sur plaque pendant 30 minutes. La solution obtenue est filtrée dans des fioles de 50 ml et complétées à leur volume final avec de l'eau distillée. Le réactif nitrovanadomolybdate est obtenu à partir d'un mélange de solutions de molybdate d'ammonium à 5% et de vanadate d'ammonium à 0.25 % donne une coloration jaune en présence de phosphore qui est dosé par absorption moléculaire.

La valeur énergétique et la valeur azotée ont été estimées sur la base des équations reportées par différents auteurs nutritionnistes, en particulier les équations suivantes :

DMS : $0.98 \times CC + NDF (1.473 - 0.789 \log ADF) - 12.9$ [11] cité par Kallah [12] sachant que :

DMS : la digestibilité de la matière sèche, CC : le contenu cellulaire, NDF : neutral detergent fibre, ADF : acid detergent fibre

TDN = DMS – cendres totales + 1.25 × extrait éthéré [13]

TDN : total digestibles nutrients

UNT (%) : $112.6 - 1.372 \times ADF$ [14]. UNT : unités nutritives totales.

Analyse statistique

Les résultats obtenus pour chaque échantillon ont été analysés statistiquement grâce au logiciel SAS [15]. Les moyennes obtenues ont été comparées entre elles par l'analyse de variance (ANOVA) en effectuant le test multiple de Fisher pour un seuil de significativité de 5%.

RESULTATS ET DISCUSSION

Aspect botanique

Les espèces pâturées varient suivant la saison et surtout en fonction des pluies. Cependant il existe toujours des plantes vivaces qui subsistent durant toute l'année.

L'arbuste *Tamarix africana* se présente parfois aussi comme arbre pouvant atteindre 1.90m de haut. Les feuilles, les nouvelles tiges et les bourgeons sont consommés par les ruminants en particulier les chèvres et les dromadaires. La plante est présente toute l'année.

Cyperus conglomeratus est une herbacée, pérenne dont le rythme de croissance est lié aux crues des oueds. *Cynodon dactylon* est une herbacée présente toute l'année à cause de ses racines en talus. L'importance de sa croissance est rythmée par les crues des oueds.

Les plantes de la région semi-aride de Constantine sont des plantes cultivées.

Teneur en nutriments

Le pourcentage moyen de la MS varie de 21.50% chez l'orge vert à 89.21% pour les foins mixtes (Tableau1). Les plantes fourragères du Sud-Est de Biskra ont en moyenne 5% d'humidité en moins par rapport aux fourrages du Nord, donc un besoin élevé en eau chez les animaux qui les consomment. Les taux élevés de MS sont également connus comme facteurs limitant de la digestibilité des fourrages. Les arbustes suivants : *Arbutus unedo*, *Calicotome villosa* et *Erica arborea* du Nord-Ouest de la Tunisie, ont des taux de MS variant de 26 à 53 %, comparables à ceux obtenus avec nos fourrages [16].

La composition chimique des plantes fourragères étudiées est présentée dans le tableau 2, exprimée en pourcentage de la matière sèche. Il apparaît que la matière minérale varie de 6.71% pour les foins mixtes et de 16.99% chez *Cynodon dactylon*. Cette dernière est caractérisée par la plus faible teneur en matière organique (83.01%) et des teneurs élevées en cendres insolubles (7.39%). Le foin mixte est caractérisé par la teneur la plus élevée en MO (93.29%) et la plus faible en cendres insolubles (0.05%). Les fourrages du Nord sont significativement (P<0.05) plus riches en MO avec des teneurs allant de 87.11 à 93.48 g/100 g MS, mais ne sont pas différents entre eux en terme statistique. L'étendue de la variation pour les fourrages du Sud est plus importante : 69.29 à 90.04 % MS (Tableau 2).

Cynodon dactylon de notre région saharienne présente un taux moyen en MO (83.01%) inférieur de celui de la région tropicale prélevé pendant la saison sèche de l'ordre de 94.5 % MS, cependant les taux de MO du foin de dicotylédon (92.10) et de l'avoine en épiaison (91.65) sont comparables aux taux moyens de la MO des herbacées tropicales : *Brachiaria humidicola* (93.8) et *Pennisetum purpureum* (91.5) [17].

Tableau 1 : Teneurs moyennes des plantes fourragères en matière sèche (MS) : exprimées en pourcentage (%) de la matière fraîche

Espèces fourragères	Nom latin	Taux moyen MS \pm EC
Chien dent	<i>Cynodon dactylon</i>	48.39 \pm 12.08
Tamarix	<i>Tamarix africana</i>	50.86 \pm 7.58
Essaad	<i>Cyperus conglomeratus</i>	25.30 \pm 5.81
Sulla	<i>Hedysarum coronarium</i>	12.88 \pm 1.18
Foin de dicotylédone	Divers	86.21 \pm 1.70
Foins mixtes	Divers	89.21 \pm 1.27
Avoine (en épiaison)	<i>Avena sterilis</i>	36.56 \pm 4.05
Blé en montaison	<i>Triticum aestivum</i>	28.07 \pm 2.62
Orge en vert	<i>Hordeum vulgare</i>	21.50 \pm 2.23
Fourrages Sud	Divers	43.84 \pm 13.86
Fourrages Nord	Divers	34.78 \pm 30.24

Les arbustes de la Tunisie ; région proche de notre zone d'étude ont des taux moyen de MAT inférieur à celle de *Tamarix africana* (14.17), allant de 5.5 à 22 % MS [16], alors que certains arbustes d'Espagne ont des taux similaires à celui de *Tamarix africana* allant de 11 à 21 % de MS [18].

Cynodon dactylon comporte une quantité appréciable en matière minérale (170 g/kg de MS) et en cendres insolubles (74g/kg de MS). Cela s'explique d'un coté par la nature de la morphologie de la plante, qui est une herbacée poussant au ras du sol et dans le lit des oueds et dans les zones inondables, et d'un autre coté par la nature du climat qui influe de manière significative et se traduit par une abondance des cendres en général et des cendres insolubles dans les fourrages du Sud.

La teneur moyenne en MAT de cette herbacée (10,99%) est similaire à celle de *Cynodon dactylon* du Brésil prélevée en saison sèche (10.3%).

Les herbacées : *C. plectostachyus*, *B. humidicola* et *P. purpureum* de la même région ont aussi des teneurs en MAT comparables à nos résultats : 8.7, 11.9 et 15.3 respectivement [17]. En revanche, la légumineuse « Sulla » constitue la meilleure source en MAT (21.03%).

La contribution de la matière grasse des plantes fourragères étudiées ne dépasse pas 3% de la matière sèche. Les teneurs en fibres neutres (NDF) sont de : 49.52% pour les fourrages du Nord et de 59.55 % pour les fourrages du Sud. La teneur moyenne en NDF de la légumineuse du Nord d'Algérie (Sulla) est faible (33.10%) par rapport aux légumineuses de l'ouest d'Afrique : *Crotalaria senegalensis*, *C. greensis*, *Alysicarpus glumaceus* et *A. rugosus* respectivement : 50.0, 55.6, 49.6 et 57.1 % MS [12].

Les fibres ADF sont de 33.01% pour les fourrages du Sud et 32.53% pour ceux du Nord, elles sont comparables à celle de l'herbacée tropicale *P. purpureum* (34.6) [17].

En revanche la teneur moyenne en ADL corrigées par rapport aux cendres (ADL-cendre) est de 6.33 pour les fourrages du sud et 7.99 pour les fourrages du nord (Tableau 3). Le taux moyen en ADL du Sulla (11.41) se situe entre les taux moyens des légumineuses d'Espagne : *E. cyclocarpum* (8.5) < *A. conigera* (10.4) < *L. leucocephala* (13.3) < *A. lebbekoides* (13.5) [19]. Les teneurs moyennes des cendres piégées dans les fibres NDF et celles de l'ADL sont élevées chez les fourrages du sud 2.50 et 2.88 % respectivement. Elles sont faibles chez les fourrages du nord 0.96 et 0.99 % respectivement.

Globalement, les deux groupes de plantes fourragères diffèrent de façon significative ($P < 0.05$) pour tous les constituants pariétaux sauf pour l'ADF et l'ADL rapportées à la MS (Tableau 3). La teneur en ADL corrigée par les cendres est significativement plus élevée dans les fourrages du Nord, que dans ceux du Sud respectivement 7.99 et 6.33% (Tableau 3). Ainsi les taux d'ADL non corrigé exprimés par rapport à la MS sont analogues entre les deux groupes de fourrages (8.99 et 9.2) respectivement suggérant que la différence observée est due probablement à la partie solubilisée par le traitement acide.

Les proportions de fibres ADF et NDF des plantes fourragères étudiées sont des indices de leur valeur alimentaire ; les fibres NDF donnent un estimé assez précis des fibres totales des aliments et une prédiction de la quantité de la MS ingérée. Lorsque les fibres NDF augmentent, la consommation volontaire de la MS diminue. Pour les fibres ADF, elles sont généralement reliées à la digestibilité et à la valeur énergétique du fourrage ; plus il y a de fibres ADF dans le fourrage, plus la digestibilité et le contenu énergétique sont faibles.

Tableau 2 : Moyennes, écart-types et valeurs extrêmes des composants chimiques des différentes plantes fourragères (exprimés en % de la MS)

Les fourrages	MS résiduelle	MM	MO	CI	MG	MAT
<i>Cynodon dactylon</i>	95.11±0.77 [93.39-96.32]	16.99±7.29 [9.96-30.71]	83.01±7.29 [69.29-90.04]	7.39±2.13 [3.24-10.75]	1.39±0.41 [0.67-2.22]	10.99±2.16 [8.12-15.19]
<i>Tamarix africana</i>	94.68± 1.33 [91.93-96.44]	16.32± 6.61 [9.42-30.70]	83.67± 6.61 [69.30-90.58]	1.26± 1.41 [0.10-5.75]	1.47± 0.39 [0.88-2.27]	14.17± 4.12 [8.04-22.92]
<i>Cyperus conglomeratus</i>	93.20± 1.21 [92.16-95.85]	13.28± 1.54 [11.67-15.33]	86.72± 1.54 [84.67-88.33]	5.30± 1.90 [2.2-8.46]	1.53± 0.38 [0.98-2.32]	14.26± 2.13 [11.23-17.86]
<i>Hedysarum coronarium</i>	90.84± 0.84 [89.7892.05]	12.04± 0.84 [10.64-12.89]	87.96± 0.84 [87.11-89.36]	0.58± 0.30 [0.22-1.04]	2.11± 0.58 [1.38-2.74]	21.03± 0.90 [20.04-22.24]
Foins de dicotylédones	92.88± 0.03 [92.86-92.90]	6.71± 0.04 [7.86-7.93]	92.10± 0.04 [92.07-92.14]	4.11± 0.2 [3.97-4.25]	1.75± 0.08 [1.57-1.68]	8.46± 0.29 [8.46-8.88]
Foins mixtes	92.77± 0.09 [92.71-92.83]	7.89± 0.27 [6.52-6.90]	93.29± 0.27 [93.10-93.48]	0.05± 0.07 [0-0.11]	1.35± 0.19 [1.13-1.38]	10.30± 0.27 [10.35-10.76]
Avoine (en épiaison)	93.31± 0.10 [93.24-93.39]	8.35± 0.02 [8.33-8.37]	91.65± 0.02 [91.63-91.67]	2.78± 0.20 [2.75-2.81]	1.81± 0.08 [1.63-1.74]	12.58± 1.02 [11.86-13.31]
Blé (en montaison)	88.67± 0.03 [88.65-88.69]	7.48± 0.12 [7.40-7.57]	92.51± 0.12 [92.43-92.60]	3.82± 0.04 [3.68-3.97]	2.04± 0.16 [1.67-1.86]	12.88± 0.08 [12.83-12.94]
Orge en vert	93.48± 0.01 [93.47-93.48]	7.70± 0.03 [7.68-7.72]	92.30± 0.03 [92.28-92.32]	4.15± 0.13 [4.10-4.24]	1.54± 0.23 [1.29-1.58]	15.15± 0.62 [14.71-15.59]
Fourrages Sud	94.50± 1.33 [91.93-96.44]	15.42±5.93 [9.96-30.71]	84.28± 5.93 [69.29-90.04]	4.11±3.25 [0.11-10.75]	1.46±0.40 [0.67-2.32]	12.75± 3.30 [8.04-22.92]
Fourrages Nord	91.92± 1.86 [88.65-95.87]	9.59± 2.36 [6.52-12.89]	90.41± 2.36 [87.11-93.48]	1.91±1.72 [0-4.25]	1.88±0.47 [1.09-2.74]	15.0±1.80 [8.46-22.24]

MS : matière sèche, MM : matière minérale, MO : matière organique, MG : matière grasse, CI : cendres insolubles, MAT : matière azotée totale

Selon Tremblay et al. [3] le standard de qualité d'un fourrage à partir de leurs contenus en NDF, ADF, protéines brutes et en DMS est classé d'un excellent à un standard 5. A partir de nos résultats nous retenons que les fourrages Sud et Nord sont classés en 5ème standard pour la DMS. La valeur respective des NDF permettent de les classer en standard 3 et 2, alors que le taux d'ADF les classe en standard 1.

Les concentrations en éléments minéraux des différentes plantes fourragères sont rassemblées dans le tableau 4, exprimé en g/kg pour les macroéléments et en mg/kg pour les oligoéléments. Il apparait que les fourrages du Sud sont les plantes qui renferment les taux les plus élevés en Mg (5.27), Mn (77.10) et Zn (44.40). Les fourrages du Nord ont des teneurs élevées en : Ca (17.37), Na (41.66) et Cu

(10.60), tandis que les teneurs en P et en K sont proches pour les deux types de fourrages (Tableau 4).

Les plantes fourragères de l'ouest d'Afrique : *Crotalaria senegalensis*, *C. greensis*, *Alysicarpus glumaceus*, *A. rugosus*, *Cassia mimosoides* et *Ipomea eriocarpa* ont d'une part des teneurs moyennes en Na (de 0.3 à 0.6) et en K (8.8 – 18.6) faibles par comparaison à nos résultats, et d'autre part des teneurs en Mg similaires à la majorité des fourrages de notre zone : 1.6, 1, 2.3, 1.5, 0.9, et 2.8 g/kg de MS respectivement [12].

Les taux phosphocalciques des fourrages sont élevés par rapport aux arbustes de Croatie reportés par Rogosis et al. [20]. En revanche les arbustes des Iles de Canarie ont des taux similaires à nos résultats allant de : 1.5 à 2.8 g/ kg et la teneur calcique de l'arbuste *Acacia salicina* (25.1) est comparable à celle du *Tamarix africana* (20.9) [18].

La teneur en P de *Calliandra calothyrsus* : légumineuse de l'ouest du Cameroun est faible aussi bien pour la saison sèche que pluvieuse, respectivement : 0.12 et 0.17 g/Kg [21], *Hedysarum coronarium*, légumineuse du Nord de l'Algérie a, toutefois, une teneur relativement plus élevée (2.9g/Kg MS).

comparables à celle des fourrages de l'Ouest d'Afrique : *Alysicarpus rugosus* et *Ipomea eriocarpa* de l'ordre de : 39.7 et 57.5 % respectivement [12].

Tableau 3 : comparaison des teneurs moyennes en fibres des 9 fourrages étudiés

Fourrages	NDFms	NDFcend	ADF ms	ADLms	ADLcen	Cendr-NDF	Cend-ADL
Orge en vert	66,43 ^{a(¶)}	65,55 ^a	34,54 ^b	5,25 ^{bc}	3,49 ^c	0,88 ^{bc}	1,77 ^{bcd}
Avoine en épiaison	65,46 ^a	63,98 ^a	34,10 ^b	4,93 ^{bc}	3,50 ^c	1,48 ^{abc}	1,44 ^{bcd}
Blé en montaison	51,01 ^b	49,84 ^b	26,71 ^c	3,72 ^c	1,96 ^c	1,17 ^{bc}	1,76 ^{bcd}
<i>Sulla</i>	33,10 ^c	32,20 ^c	27,46 ^c	11,41 ^a	11,03 ^a	0,90 ^{bc}	0,38 ^{cd}
Foin mixte	64,57 ^a	63,58 ^a	37,21 ^b	11,39 ^a	9,19 ^{ab}	0,99 ^{bc}	2,20 ^{bc}
Foin de dicot	65,85 ^a	65,26 ^a	50,40 ^a	9,93 ^{ab}	9,72 ^{ab}	0,58 ^c	0,21 ^d
Chien – dent	70,89 ^a	67,63 ^a	38,70 ^b	10,98 ^a	5,41 ^{bc}	3,25 ^{ab}	5,57 ^a
Essaad	65,62 ^a	62,01 ^a	34,40 ^b	7,22 ^{abc}	4,0 ^c	3,58 ^a	3,21 ^b
<i>Tamarix</i>	45,07 ^b	43,99 ^b	27,10 ^c	8,90 ^{abc}	8,71 ^{ab}	1,08 ^{bc}	0,18 ^d
Fourrages sud	59,53 ^a	57,04 ^a	33,01	9,2	6,33 ^b	2,50 ^a	2,88 ^a
Fourrages nord	49,52 ^b	48,56 ^b	32,53	8,99	7,99 ^a	0,968 ^b	0,99 ^b

(¶) Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (P = 0.05). NDFms : fibres neutres exprimées en pourcentage de la matière sèche, NDFcend : fibres neutres exprimées par rapport aux cendres, Cend-NDF : pourcentage des cendres liées aux fibres neutres, ADF: acid detergent fibre, ADL: acid detergent lignin

Le rapport phosphocalcique (Ca/P) ne diffère pas de manière significative entre les deux groupes de fourrages Sud et Nord (7.06 contre 7.83). Pour les fourrages du Sud la *Tamaricaceae* présente le meilleur rapport (10.70), alors que le rapport le plus bas est calculé pour la *cypéracée* (3.90). Pour les fourrages du Nord, le foin à base de dicotélydone présente le rapport (Ca/P) le plus élevé (23.30) et l'orge en vert le rapport le plus faible (2.60).

Au regard des teneurs en Ca, P, Cu et en Mn les fourrages de la région aride couvrent d'une façon adéquate les besoins journaliers des ruminants [22].

Estimation de la valeur nutritive des plantes fourragères étudiées

Les résultats des deux groupes de fourrages ne diffèrent pas du point de vue de la valeur énergétique (EM, ENL, ENe, ENg) et présentent des unités nutritionnelles totales (UNT) comparables (Tableau 5). Par contre ils diffèrent significativement pour la valeur de la DMS, des TDN, des UF, de la DMO et des MAD. La DMS de l'avoine en épiaison (39.30) et celle du *Tamarix africana* (56.70) sont

Parmi les espèces du Sud *Tamarix africana* fournit le plus d'UNT (66.3% MS) et *Cynodon dactylon* en fournit le moins (54.6% MS), alors que parmi les fourrages du Nord, le blé au stade de montaison présente les UNT les plus élevées (70.2% MS) et le foin de dicotylédones a le moins d'UNT (41.5% MS). Les fourrages du Sud présentent une digestibilité de la MS significativement (P=0.05) plus faible que celle des fourrages du Nord 44.4 et 50.6 % respectivement. Il en est de même pour les nutriments totaux digestibles (NTD). Les fourrages du Nord ont une valeur en UF nettement inférieure à celles des fourrages du Sud : 0.50 contre 0.70 UF/Kg MS. Ceci s'explique par l'existence de foins commerciaux de moindre qualité alimentaire, mais aussi par la teneur élevée en lignine de la légumineuse *Sulla*. La digestibilité de la matière organique (DMO) est également meilleure pour les fourrages du Sud par le fait que ces derniers ont des teneurs parfois appréciables en matière azotée totale et des taux en lignine

Tableau 4 : Teneurs en éléments minéraux dans les espèces fourragères du Sud et du Nord

Fourrages	P	Ca	Ca /P	k	Na	Mg	Mn	Cu	Zn
Orge en vert	3,20 ^a	8,10 ^b	2,60 ^c	20,40 ^c	22,90 ^{bc}	1,40 ^b	33,10 ^b	10,70	39,5 ^{bc}
Avoine en épiaison	2,40 ^{ab}	11,10 ^b	4,60 ^c	66,30 ^a	17,30 ^{bc}	0,90 ^b	66,60 ^b	8,10	25,40 ^c
Blé en montaison	2,30 ^{ab}	8,40 ^b	3,60 ^c	28,70 ^{bc}	9,20 ^c	1,40 ^b	42,90 ^b	9,60	26,20 ^c
<i>Hedysarum coronarium</i>	2,90 ^{ab}	23,10 ^a	8,00 ^b ^c	30,30 ^{bc}	63,40 ^a	3,45 ^b	32,40 ^b	11,90	28,50 ^{bc}
Foin mixte	2,30 ^{ab}	9,70 ^b	4,30 ^c	39,60 ^b	43,40 ^{abc}	1,30 ^b	39,80 ^b	8,90	30,70 ^{bc}
Foin de dicot	1,10 ^b	26,70 ^a	23,30 ^a	38,20 ^{bc}	28,20 ^{abc}	1,50 ^b	56,40 ^b	10,30	32,60 ^{bc}
<i>Cynodon dactylon</i>	2,60 ^{ab}	12,70 ^b	5,10 ^{bc}	29,60 ^{bc}	5,60 ^c	2,80 ^b	56,40 ^b	8,90	56,20 ^a
<i>Cyperus conglomeratus</i>	2,70 ^{ab}	10,10 ^b	3,90 ^c	61,50 ^a	18,10 ^{bc}	2,30 ^b	187,10 ^a	10,40	32,30 ^{bc}
<i>Tamarix africana</i>	2,10 ^b	20,90 ^a	10,70 ^b	23,50 ^{bc}	45,70 ^{ab}	9,20 ^a	27,00 ^b	8,70	41,80 ^b
Fourrages Sud	2,43	15,42 ^b	7,06	35,10	25,01 ^b	5,27 ^a	77,10 ^a	9,20 ^b	44,40 ^a
Fourrages Nord	2,55	17,37 ^a	7,83	34,93	41,66 ^a	2,26 ^b	36,50 ^b	10,60 ^a	29,80 ^b

Tableau 5 : Comparaison de la valeur nutritive des neufs fourrages étudiés

Fourrages	UNT (% MS)	DMS (%)	TDN (% MS)	EM (Mcal/kg MS)	(Mcal/kg MS)			UF (UF/kg MS)	DMO (%)	MAD (g/kg MS)
					ENI	ENe	ENg			
Orge en vert	60 ^{cd}	37.90 ^{cd}	37.50 ^c	2.17 ^{cd}	1.35 ^{cd}	1.31 ^{cd}	2.37 ^{cd}	0.93 ^a	76.80 ^a	106.40 ^a
Avoine en épiaison	60.6 ^{cd}	39.30 ^c	40.60 ^c	2.19 ^{bcd}	1.36 ^{cd}	1.32 ^{cd}	2.42 ^{cd}	0.91 ^a	76.20 ^a	82.80 ^b
Blé en montaison	70.20 ^a	53.50 ^b	54.20 ^b	2.54 ^a	1.60 ^a	1.64 ^a	3.27 ^a	1.04 ^a	81.90 ^a	85.60 ^b
Sulla	66 ^{abc}	64.30 ^a	68.30 ^a	2.38 ^{abc}	1.50 ^{abc}	1.50 ^{abc}	2.90 ^{abc}	0.37 ^c	50.46 ^c	156.40 ^a
Foin mixte	56.50 ^d	37.70 ^{cd}	37.10 ^c	2.04 ^d	1.26 ^d	1.19 ^d	2.08 ^d	0.46 ^{bc}	54.85 ^{bc}	63.90 ^{bc}
Foin de dicot	41.50 ^e	29.60 ^d	33.60 ^c	1.50 ^e	0.89 ^e	0.66 ^e	0.91 ^e	0.41 ^c	52.45 ^c	46.50 ^c
<i>Cynodon dactylon</i>	54.60 ^d	33.70 ^{cd}	30 ^c	1.97 ^d	1.22 ^d	1.13 ^d	1.93 ^d	0.76 ^{ab}	68.77 ^{ab}	68.00 ^{bc}
<i>Assaad</i>	60.50 ^{bcd}	40.60 ^c	39.20 ^c	2.19 ^{cd}	1.36 ^{bcd}	1.33 ^{bcd}	2.43 ^{bcd}	0.88 ^a	74.72 ^a	98.20 ^b
<i>Tamarix africana</i>	66.30 ^{ab}	56.70 ^{ab}	59.40 ^{ab}	2.39 ^{ab}	1.51 ^{ab}	1.51 ^{ab}	2.94 ^{ab}	0.53 ^{bc}	57.48 ^{bc}	98.00 ^b
Fourrages Sud	60.70	44.40 ^b	43.70 ^b	2.19	1.37	1.35	2.45	0.70 ^a	65.90 ^a	87.30 ^b
Fourrages Nord	61.40	50.60 ^a	52.90 ^a	2.23	1.38	1.33	2.52	0.56 ^b	60.40 ^b	112.30 ^a

Les minéraux majeurs suivants P, Ca, k, Na et Mg sont exprimés en g/kg de MS et Les minéraux mineurs : Mn, Cu et Zn sont en mg/kg de MS.

Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($P = 0.05$), UNT : unités nutritives totales, DMS : digestibilité de la matière sèche, TDN : total digestible nutriment, EM : énergie métabolisable, DMO : digestibilité de la matière organique, MAD : matière azotée digestible, UF : unité fourragère, EN (l, g, e) : énergie nette (lait, gain et entretien).

acide assez bas. Par contre la digestibilité de la matière azotée est meilleure chez les fourrages du Nord 112.3 contre 87.3 g/Kg de la MS. La DMO de l'arbuste *Tamarix africana* (57.48%) est comparable à celle des arbustes d'Espagne : *Palmensis*, *Medicago arborea* de l'ordre de : (58.6 %) et (58.9%) respectivement [18].

CONCLUSION

Les plantes fourragères des régions arides sont essentielles pour subvenir les exigences alimentaires de base chez les ruminants domestiques.

Au terme de cette première investigation, nos résultats montrent que ces plantes fourragères sont fibreuses mais non lignifiées et leurs constituants nutritifs sont faibles par comparaison à ceux des fourragères de la zone semi-aride.

Cependant, les plantes des régions arides peuvent révéler leur potentiel nutritif (minéraux, énergie et azote) grâce à leurs feuilles pendant la saison humide et froide, quand des milliers de moutons broutent dans ces régions.

La composition morphologique et les variétés d'espèces des plantes sont parmi les facteurs discriminatoires de leur valeur nutritive essentiellement chez les arbres et les arbustes fourragères. Plusieurs facteurs ont un effet sur la valeur nutritive des fourrages des régions arides, tel que : le cycle de développement de chaque espèce de plante, l'intensification des animaux, les substances anti-nutritionnelles...etc. Donc l'évaluation des caractéristiques nutritionnelles de ces plantes fourragères reste à compléter par des études biologiques (étude in vitro), compte tenu de

leur importance tant pour la production animale locale que pour la protection du sol contre la désertification.

REFERENCES

- [1]- Jarrige R., Grenet E., Démarquilly C., Besle J.-M., 1995. Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. In : Jarrige R et al., (eds), Nutrition des ruminants domestiques- ingestion et digestion. 25-81. Editions INRA, Paris.
- [2]- Adem R., Ferrah A., 2002 .Les ressources fourragères en Algérie: déficit structurel et disparité régionale, analyse du bilan fourrageur pour l'année 2001. <http://gerdaal.ifrance.com/grdaal/Oflive/ressourcesfourragers/bilanfourrageur2001.htm>
- [3]- Tremblay G.F., Petit H.V., Lafrenière C., 2002. Notions de qualité des fourrages. Agriculture et Agroalimentaire Canada. <http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/Documents/Tremblay-et.al.pdf>.
- [4]- Ozenda P., 1958. Flore du Sahara septentrional et central. Editions CNRS, France. 486pp.
- [5]- Sauvant D., 1988. La composition et l'analyse des aliments. In : Jarrige R. (ed), Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, 305-314. INRA, Paris.
- [6]- Le Coq R., 1965. Manuel d'analyses alimentaire et d'expertises usuelles. Edition Doin. Deren et Cie. Tome II. Paris, 241-251.
- [7]- INRAT., 1997. Stage d'initiation aux méthodes chimiques et biologiques de détermination de la valeur alimentaire des aliments pour animaux. INRAT, Laboratoire de Nutrition Animale. Tunis, Juin 1997, 80 pp.
- [8]- 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. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- [9]- Elmer P., 1994. Analytical methods for atomic absorption spectrometry. The Perkin Elmer Corporation, USA. 300pp.
- [10]- Kamoun M., 2008. Recueil de méthodes d'analyses et de mesures utilisées en alimentation animale. Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi-Thabet. Centre de Publication Universitaire. P 84-85.
- [11]- Van Soest P.J., 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *J. Anim. Sci.* 26 (1), 119-128.
- [12]- Kallah Muh. S., Bale J.O., Abdullahi U.S., Muhammad J.R., Lawal R., 2000. Nutrient composition of native forbs of semi-arid and dry sub-humid Savanas of Nigeria. *Animal Feed Science and Technology* 84 (2000) 137-145.
- [13]- Van Soest P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. Sage House, New York, pp. 476.
- [14]- Seoane R., Beaulieu C., Florez J., Dupuis D., 1991. Evaluation of the nutritive value of grass hays for growing sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 71:1135-1147.
- [15]- SAS, Statistical Analysis System, (1989). User's guide. SAS, Institute, Cary, NY, USA. 943 pp.
- [16]- 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.
- [17]- Nogueira Filho J.C.M., Fondevila M., Barrios Urdaneta A., Gonzalez Ronquillo M., 2000. In vitro microbial fermentation of tropical grasses at an advanced maturity stage. *Animal Feed Science and Technology*, 83, 145-157.
- [18]- Ventura M.R., Castanon J.I.R Rey L., Flores M.P., 2002. Chemical composition and digestibility of *Tagasaste (Chamaecytisus proliferus)* subspecies for goats. *Small Ruminant Research*, 46, 207-210.
- [19]- Mota M., Rodriguez R., Solanas E., Fondevila M., 2005. Evaluation of four tropical browse legumes as nitrogen sources: Comparison of in vitro gas production with other methods to determine N degradability. *Animal Feed Science and Technology*. 123-124, 341-350.
- [20]- Rogosic J., Pfister J.A., Provenza F.D., Grbesa D., 2005. Sheep and goat preference for and nutritional value of Mediterranean maquis Shrubs. *Small Ruminant Research* 64, 169-179.
- [21]- Tedonkeng P.E., Kana J.R., Tedonkeng F., Betfiang M. E., 2004. Digestibilité in vitro de *Calliandra calothyrsus* en présence de Polyéthylène glycol et de *Brachiararia ruziziensis*, *Trypsacum laxum* ou *Pennisetum purpureum* au Cameroun. [Http://www.cipav.org/cp/irrd/irrd16/7/tedo16049.htm](http://www.cipav.org/cp/irrd/irrd16/7/tedo16049.htm)
- [22]- Haddi M. L., Arab H., Yacoub 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) 11pp.

