

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org

Caractéristiques chimiques et nutritionnelles de quelques espèces pastorales broutées par les dromadaires dans les régions arides tunisiennes

M. Ben Rejeb ^{1,2}, N. Ayeb ¹, M. Dbara ¹, K. Daddi ³, T. Khorchani ¹

RESUME

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) est bien adapté à l'utilisation de la végétation de faible valeur nutritive dans son habitat naturel grâce à son aptitude à varier les aliments et à rechercher des plantes riches en eau. La relation entre les dromadaires et les parcours est très étroite. Il est dépendant de la diversité des espèces palatables dans les parcours et de leur valeur nutritionnelle.

Cette étude a été menée dans deux régions arides du sud de la Tunisie afin de déterminer la qualité nutritionnelle (composition chimique et digestibilité *in vitro*) de 10 espèces pastorales. Les échantillons ont été collectés à El Bhaier, gouvernorat de Kébili, et El Fjé, gouvernorat de Médenine, pendant quatre saisons entre les années 2014 et 2015.

Les résultats obtenus ont indiqué de larges différences de la composition chimique des plantes étudiées selon les espèces, les lieux et les saisons. Ainsi, la teneur en matière sèche de *Zygophyllum album* n'est que de 22,4 % mais peut atteindre 63% pour *Frankenia thymifolia*. La matière azotée totale (MAT) varie plus ou moins selon la saison (de 7,3 à 15,6 % MS pour *Atriplex halimus*) et est la plus élevée au printemps pour presque toutes les espèces (atteignant 19,3 % MS pour *Nitraria retusa*). Le taux de lignine est différent d'un site à l'autre, avec 17,1% en moyenne à El Bhaier et 11,6% à El Fjé. La digestibilité est le plus souvent la plus forte en hiver et au printemps. Elle atteint 54,2% pour *Zygophyllum album*.

SUMMARY

Nutritional characteristics of certain forage species consumed by dromedaries in arid regions of southern Tunisia

In its natural habitat, the dromedary (*Camelus dromedarius*) can consume vegetation of low nutritional value because it varies what it consumes and seeks out water-rich plants. Indeed, dromedaries are strongly tied to their rangelands, and this relationship is framed by the rangeland's richness of palatable species and their nutritional value.

In this study, we examined the nutritional characteristics (i.e., chemical composition and *in vitro* digestibility) of 10 forage species found in 2 arid regions of southern Tunisia. Sampling took place in El Bhaier (governorate of Kébili) and El Fjé (governorate of Médenine) over four seasons between 2014 and 2015.

We found pronounced differences in chemical composition between species, sampling locations, and seasons. Dry matter (DM) content was just 22.4% in *Zygophyllum album* but reached 63% in *Frankenia thymifolia*. Crude protein (CP) content varied seasonally (e.g., between 7.3 and 15.6% of DM in *Atriplex halimus*) and was highest in the spring in almost all the species studied (up to 19.3% of DM in *Nitraria retusa*). Mean fibre content differed between sampling locations: it was 17.1% in El Bhaier versus 11.6% in El Fjé. Digestibility tended to be higher in the winter and spring. It was as high as 54.2% for *Zygophyllum album*.

Les parcours arides (collectifs et privés) occupent en Tunisie plus des 2/3 de la superficie totale des parcours (5,5 millions d'hectares). Ils permettent le maintien d'une importante

activité d'élevage camelin (Ben Rhouma *et al.*, 2004) utilisant essentiellement la végétation existante. Sur ces parcours, le dromadaire est l'animal domestique le mieux adapté. Il tire l'essentiel de son alimentation

AUTEURS

1 : Laboratoire d'élevage et de la faune sauvage, Institut des Régions Arides, Route du Djorf km 22.5, Médenine 4100, Tunisie ; mariem.benrjeb@yahoo.fr

2 : Université de Gabès, 6029 Tunisie

3 : Laboratoire des écosystèmes pastoraux et valorisation des plantes spontanées et des micro-organismes associés, Institut des Régions Arides, 4100 Médenine, Tunisie

MOTS-CLES : Dromadaire, région aride, Tunisie, espèces pastorales

KEY-WORDS : Dromedary, arid region, Tunisia, forage species

REFERENCES DE L'ARTICLE : Ben Rejeb M., Ayeb N., Dbara M., Daddi K., Khorchani T.(2020). " Caractéristiques chimiques et nutritionnelles de quelques espèces pastorales broutées par les dromadaires dans les régions arides tunisiennes », Fourrages, 241, 79-85

d'une végétation en général pauvre, rejetée par les autres ruminants (Longo *et al.*, 2007).

Les espèces pastorales représentent la seule ressource permanente quantitativement appréciable des parcours. Les conditions climatiques rudes et contraignantes (température élevée et pluviométrie faible et irrégulière) influencent le couvert végétal du parcours. Les parcours diffèrent d'une zone à une autre, et varient qualitativement selon les saisons.

Les plantes des parcours arides sont globalement caractérisées par une richesse en composés pariétaux et une faiblesse en matière azotée totale, avec une grande variabilité entre espèces dépendant notamment de leurs écotypes et de leurs conditions édaphiques (Chehema, 2011). Boudet (1978) rapporte que les facteurs édaphiques interviennent sur le développement de la végétation, car les substrats déterminent en partie les divers pâturages. Ces plantes sont capables de supporter les périodes de sécheresse prolongées, mais elles se trouvent surtout dans les endroits où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs (Ozenda, 1991).

L'étude a eu pour objectif de préciser la composition chimique et la digestibilité *in vitro* des espèces pastorales présentes dans deux parcours différents du sud tunisien. Ces connaissances visent à faciliter la bonne gestion des parcours et la réussite de l'élevage camelin.

1. Matériel et méthodes

1.1. Zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans le cadre du laboratoire d'Élevage et de Faune sauvage à l'Institut des Régions Arides (IRA) de El Fjé à Médenine. Les échantillons prélevés pour l'élaboration de ce travail sont issus de deux parcours du sud tunisien. Le premier parcours étudié est situé à El Fjé (délégation de Médenine), le deuxième parcours est situé à El Bhaier (délégation de Kebili).

- **Le climat à El Bhaier** est caractérisé par les irrégularités spatiales et temporelles des précipitations : les pluies tombent surtout durant les mois de novembre et décembre, mais peuvent survenir aussi très irrégulièrement de septembre à juin, ce qui ne permet pas de préciser une saison nette des pluies. Sur une période de 10 ans des valeurs mensuelles extrêmes de 0,5 mm (juin) et de 17,05 mm (décembre) ont été enregistrées. La saison estivale (juin, juillet et août) est marquée par une sécheresse absolue.

- **Le climat à El Fjé** est caractérisé par une saison relativement sèche qui s'étale du mois de mai au mois d'août et une saison pluvieuse de septembre à mars. La pluviométrie maximale est enregistrée pendant le mois de février avec en moyenne 40,6 mm et la minimale en juin. Le régime thermique de la région est également

contrasté, caractérisé par un hiver doux, un été chaud et une amplitude assez élevée dépassant les 30°C. Pendant la saison sèche, et surtout lors des jours de sirocco, les températures peuvent atteindre facilement 45°C.

1.2. Échantillonnage

Les 10 espèces pérennes les plus abondantes dans le sud tunisien ont d'abord été identifiées. Ce sont *Retama retam* L., *Haloxylon schmittianum* Pomel., *Suaeda mollis* Del., *Salsola tetrandra* Forssk., *Zygophyllum album* L., *Atriplex halimus* L., *Halocnemum strobilaceum* M. Bieb., *Limoniastrum guyonianum* Dur., *Frankenia thymifolia* Desf. et *Nitraria retusa* Asch. Sur les deux parcours d'El Bhaier et d'El Fjé, 320 échantillons ont été prélevés : 4 plantes pour chacune des 10 espèces, sur 4 saisons et pour chaque région. La collecte s'est faite selon la méthodologie de « *hand plucking method* » : seules les parties réellement broutées par le dromadaire ont été collectées (rameaux tendres, feuilles, fleurs et fruits).

1.3. Détermination de la composition chimique et de la digestibilité *in vitro* des espèces pastorales

Les échantillons représentatifs de chaque espèce ont été divisés en deux fractions : la première a été destinée à la détermination de la matière sèche (MS) par séchage dans une étuve de 105°C pendant 24 heures, et la deuxième a été séchée dans une étuve ventilée à 60°C et broyée en utilisant un broyeur électrique muni d'un tamis de 1 mm de diamètre. Les poudres issues du broyage ont été utilisées dans les analyses ultérieures.

Conformément aux normes de l'AOAC (1990), la matière minérale (MM) a été déterminée par incinération dans un four à moufle à 550°C pendant 6 h. La matière azotée totale (MAT) a été mesurée par la méthode de micro-Kjeldahl. Les composés pariétaux (NDF, ADF et ADL) ont été mesurés selon la procédure de Van Soest (1967). La digestibilité *in vitro* a été déterminée selon la première étape de la méthode de Tilley et Terry (1963).

1.4. Analyses statistiques

Les données ont été analysées par des méthodes descriptives (moyenne) pour chaque site en fonction des critères de variation : espèce et saison. Les données sur la composition chimique et la digestibilité *in vitro* ont été analysées par la procédure GLM du logiciel SAS (1996). Les moyennes ont été comparées par le test de Duncan, les moyennes étant considérées différentes à partir d'un degré de précision $p < 0,05$.

2. Résultats

Les moyennes de la composition chimique et de la digestibilité *in vitro* des échantillons récoltés sont

Espèces		Site			Saison					Sites*
		El Bhaier	El Fjee	Sites	Été	Automne	Hiver	Printemps	Saisons	Saisons
<i>Retama retam</i>	MS	46,9 ^a	45,5 ^a	ns	48,7 ^a	47,6 ^a	44,9 ^a	44,8 ^a	ns	ns
	MM	5,5 ^a	4,6 ^a	*	3,8 ^b	5,2 ^a	5,6 ^a	5,2 ^a	*	ns
	MAT	11,5 ^b	12,5 ^a	*	12,0 ^a	12,34 ^a	12,3 ^a	11,9 ^a	ns	**
<i>Atriplexhalimus</i>	MS	29,3 ^a	32,5 ^a	*	38,0 ^a	32,9 ^a	28,2 ^a	26,0 ^a	ns	ns
	MM	34,0 ^a	21,3 ^b	***	17,8 ^c	25,8 ^b	31,1 ^{ab}	29,6 ^{ab}	*	ns
	MAT	7,3 ^b	15,6 ^a	***	14,1 ^a	7,74 ^b	13,2 ^a	15,14 ^a	**	*
<i>Halocnemumstrobilaceum</i>	MS	31,9 ^a	25,1 ^b	*	27,9 ^a	28,3 ^a	28,7 ^a	25,6 ^a	ns	ns
	MM	30,2 ^a	33,3 ^a	**	33,7 ^a	33,1 ^a	39,8 ^a	30,9 ^a	ns	ns
	MAT	6,6 ^b	11,1 ^a	***	7,24 ^b	8,81 ^{ab}	10,3 ^{ab}	11,38 ^a	**	ns
<i>Limoniastrumguyonianum</i>	MS	45,7 ^a	37,3 ^b	***	35,8 ^b	45,9 ^a	43,5 ^a	36,6 ^b	**	**
	MM	30,8 ^a	24,6 ^b	**	24,8 ^b	26,6 ^{ab}	30,3 ^a	26,0 ^{ab}	ns	ns
	MAT	6,4 ^b	9,2 ^a	**	8,1 ^a	7,21 ^a	8,8 ^a	8,63 ^a	ns	ns
<i>Haloxylonschmittianum</i>	MS	49,9 ^a	50,6 ^b	ns	53,3 ^a	52,6 ^a	51,8 ^a	43,6 ^a	ns	**
	MM	16,7 ^a	19,8 ^a	*	20,2 ^a	17,6 ^a	17,3 ^a	19,5 ^a	ns	ns
	MAT	7,7 ^b	9,4 ^a	**	9,14 ^a	9,42 ^a	8,0 ^a	8,64 ^a	ns	ns
<i>Nitraria retusa</i>	MS	34,3 ^a	31,2 ^a	ns	31,6 ^a	37,5 ^a	35,1 ^a	25,0 ^b	**	ns
	MM	15,5 ^a	15,2 ^a	ns	15,2 ^b	13,4 ^b	12,9 ^b	19,9 ^a	**	ns
	MAT	10,6 ^a	13,7 ^a	ns	11,4 ^b	9,42 ^b	10,2 ^b	19,3 ^a	*	ns
<i>Salsola tetrandra</i>	MS	31,9 ^a	35,0 ^a	ns	35,2 ^{ab}	32,7 ^{ab}	43,0 ^a	24,5 ^b	**	**
	MM	34,4 ^a	33,2 ^a	ns	29,1 ^a	39,1 ^a	30,5 ^a	35,8 ^a	ns	ns
	MAT	9,1 ^a	10,2 ^a	ns	9,83 ^a	8,1 ^a	9,8 ^a	11,5 ^a	ns	ns
<i>Suaeda mollis</i>	MS	30,9 ^a	23,3 ^a	*	28,8 ^a	28,0 ^a	25,9 ^a	21,8 ^a	ns	ns
	MM	27,5 ^a	29,3 ^a	ns	31,6 ^a	25,7 ^a	26,5 ^a	30,7 ^a	ns	ns
	MAT	12,2 ^a	16,0 ^a	*	12,1 ^a	15,31 ^a	14,6 ^a	16,50 ^a	ns	ns
<i>Zygophyllum album</i>	MS	22,4 ^a	22,4 ^a	ns	23,6 ^a	24,7 ^a	23,1 ^a	17,9 ^b	*	***
	MM	26,7 ^a	25,6 ^a	ns	22,5 ^b	27,9 ^a	23,9 ^b	29,8 ^a	**	***
	MAT	8,9 ^a	10,3 ^a	*	9,9 ^a	7,9 ^b	11,1 ^a	10,3 ^a	**	**
<i>Frankeniathymifolia</i>	MS	63,3 ^a	54,5 ^a	ns	51,4 ^a	63,0 ^b	55,8 ^a	60,8 ^a	ns	ns
	MM	31,6 ^a	19,3 ^b	***	8,7 ^b	27,5 ^a	29,2 ^a	30,2 ^a	***	*
	MAT	5,9 ^a	7,9 ^a	ns	5,9 ^a	6,868 ^a	8,9 ^a	7,063 ^a	ns	ns

a,b,c les lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$); ns : non significatif; * : $< 0,05$, ** : $< 0,01$, *** : $< 0,001$.

MS= matière sèche par rapport à la matière brute, MM= matière minérale, MAT : matière azotée totale.

TABLEAU 1 : Teneurs en matière sèche (MS), matière minérale (MM) et matière azotée totale (MAT) de quelques espèces pastorales du sud tunisien (% MS).

TABLE 1: Dry matter (DM) content, mineral content (MC), and crude protein (CP) content (% of DM) in various forage species found in southern Tunisia

présentées dans les tableaux 1, 2 et 3 selon les espèces, les sites et les saisons.

2.1. Composition chimique

La teneur en matière sèche (MS) : 4 espèces ont des teneurs fortes : *Retama*, *Limoniastrum*, *Haloxylon* et

surtout *Frankenia* (63,3 et 54,5%), tandis que *Zygophyllum* est la plus riche en eau (MS de 22%). Elle est un peu plus faible au printemps pour beaucoup d'espèces, mais pas pour toutes (par exemple *Frankenia*). Elle ne diffère pas notablement d'un site à l'autre (sauf pour *Halocnemum* et *Limoniastrum*).

Espèces		Sites			Saisons					Sites*
		El Bhaier	El Fjee	Sites	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Saisons	Saisons
<i>Retama retam</i>	NDF	53,8a	ns	ns	56,8a	53,2a	52,0a	60,8a	ns	ns
	ADL	24,8a	***	***	42,2ab	29,2a	16,3b	16,3b	***	***
<i>Atriplexhalimus</i>	NDF	41,1b	***	***	57,2a	47,2b	41,7b	43,5b	**	*
	ADL	13,3a	ns	ns	13,0ab	17,2a	8,1b	7,66b	*	*
<i>Halocnemumstrobilaceum</i>	NDF	42,1a	ns	ns	41,7a	41,0a	38,9a	40,1a	ns	*
	ADL	13,6a	***	***	7,6b	16,9a	4,4b	7,47b	***	***
<i>Limoniastrumguyonianum</i>	NDF	48,1a	ns	ns	53,5a	41,8b	50,6a	50,3a	**	ns
	ADL	20,2a	ns	ns	18,4b	26,4a	17,0b	16,06b	**	**
<i>Haloxylon schmittianum</i>	NDF	49,6a	ns	ns	43,0a	46,9a	48,8a	47,2a	ns	ns
	ADL	16,9a	***	***	7,0b	22,2a	8,9b	7,07b	***	***
<i>Nitrariaretusa</i>	NDF	56,1a	ns	ns	59,6a	59,7a	59,9a	47,0b	***	ns
	ADL	23,9a	***	***	16,1b	31,3a	14,5bc	12,44c	***	***
<i>Salsola tetrandra</i>	NDF	37,7a	ns	ns	44,9a	33,9b	42,0ab	37,7ab	ns	ns
	ADL	12,8a	***	***	7,4bc	15,9a	9,5b	5,95c	***	***
<i>Suaeda mollis</i>	NDF	45,5a	ns	ns	46,8a	49,0a	46,0a	40,9a	ns	ns
	ADL	15,8a	**	**	10,5b	22,6a	8,9b	8,35b	***	*
<i>Zygophyllum album</i>	NDF	35,3a	ns	ns	42,1a	34,9bc	36,5b	31,5c	**	**
	ADL	13,9a	***	***	7,52b	19,8a	6,7b	4,8c	***	***
<i>Frankeniathymifolia</i>	NDF	42,8a	ns	ns	62,7a	41,5b	41,3b	42,5b	**	ns
	ADL	15,7a	ns	ns	16,9ab	20,6a	12,0bc	10,3c	*	ns

a,b,c les lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$), ns : non significatif; * : $< 0,05$, ** : $< 0,01$, *** : $< 0,001$.

NDF=neutral detergentfiber, ADL= aciddetergentlignin.

TABLEAU 2 : Teneurs en fibres de quelques espèces pastorales du sud tunisien (% MS)

TABLE 2: Fibre content (% of DM) of various forage species found in southern Tunisia

La teneur en matières minérales (MM) se situe généralement entre 20 et 35%, sauf pour *Retama retam* qui révèle un taux très inférieur (entre 3,8 et 5,6%), ainsi que *Nitraria* et *Limoniastrum* (en moyenne 15,3 et 27,7% respectivement). *Salsola* et *Halocnemum* ont les teneurs les plus fortes (en moyenne 33,8 et 31,7% respectivement). Elle est souvent plus faible en été, mais pas systématiquement. La valeur la plus élevée a été enregistrée en automne pour *Salsola tetrandra* (39,1% MS).

La matière azotée totale (MAT) est variable selon les espèces, selon les sites et selon les saisons. Dans les deux sites étudiés, les teneurs les plus élevée ont été observées chez *Suaeda mollis* (12,2 et 16,0%), *Nitraria retusa* (de 10,6 et 13,7%) et *Atriplex halimus* (7,3 et 15,6%), et les plus faibles chez *Frankenia thymifolia* (5,9 et 7,9%), *Halocnemum strobilaceum* (6,6 et 11,1%) et *Haloxylon schmittianum* (7,7 et 9,4%). C'est au printemps que la teneur est presque toujours la plus forte : 19,3% pour *Nitraria retusa*, 16,5% pour *Suaeda mollis*, 15,1% pour *Atriplex halimus*. Les différences

entre les sites sont nettes et systématiques, les plantes croissant à El Fjé étant plus riches en MAT.

En ce qui concerne les composés pariétaux, on remarque la richesse en fibres totales (NDF) de toutes les espèces récoltées (tableau 2), et notamment *Retama retam* et *Nitraria retusa* qui ont les valeurs les plus élevées (supérieures à 50%). On ne remarque pas de différences sensibles entre les sites. Les variations entre saisons sont faibles et non systématiques.

Concernant la teneur en lignine (ADL), *Retama retam*, *Limoniastrum guyonianum* et *Nitraria retusa* sont les plus riches (autour de 20%) tandis que *Salsola tetrandra*, *Halocnemum strobilaceum* et *Zygophyllum album* sont les plus pauvres (entre 10 et 11%). Les différences entre sites sont nettes et systématiques : les moyennes des 10 espèces pour la teneur en lignine sont de 17,1% à El Bhaier contre 11,6% à El Fjé.

Espèces		Sites		Saisons						Sites*
		El Bhaier	El Fjee	Sites	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Saisons	Saisons
<i>Retama retam</i>	NDF	53,8a	ns	ns	56,8a	53,2a	52,0a	60,8a	ns	ns
	ADL	24,8a	***	***	42,2ab	29,2a	16,3b	16,3b	***	***
<i>Atriplexhalimus</i>	NDF	41,1b	***	***	57,2a	47,2b	41,7b	43,5b	**	*
	ADL	13,3a	ns	ns	13,0ab	17,2a	8,1b	7,66b	*	*
<i>Halocnemumstrobilaceum</i>	NDF	42,1a	ns	ns	41,7a	41,0a	38,9a	40,1a	ns	*
	ADL	13,6a	***	***	7,6b	16,9a	4,4b	7,47b	***	***
<i>Limoniastrumguyonianum</i>	NDF	48,1a	ns	ns	53,5a	41,8b	50,6a	50,3a	**	ns
	ADL	20,2a	ns	ns	18,4b	26,4a	17,0b	16,06b	**	**
<i>Haloxylonschmittianum</i>	NDF	49,6a	ns	ns	43,0a	46,9a	48,8a	47,2a	ns	ns
	ADL	16,9a	***	***	7,0b	22,2a	8,9b	7,07b	***	***
<i>Nitrariaretusa</i>	NDF	56,1a	ns	ns	59,6a	59,7a	59,9a	47,0b	***	ns
	ADL	23,9a	***	***	16,1b	31,3a	14,5bc	12,44c	***	***
<i>Salsola tetrandra</i>	NDF	37,7a	ns	ns	44,9a	33,9b	42,0ab	37,7ab	ns	ns
	ADL	12,8a	***	***	7,4bc	15,9a	9,5b	5,95c	***	***
<i>Suaeda mollis</i>	NDF	45,5a	ns	ns	46,8a	49,0a	46,0a	40,9a	ns	ns
	ADL	15,8a	**	**	10,5b	22,6a	8,9b	8,35b	***	*
<i>Zygophyllum album</i>	NDF	35,3a	ns	ns	42,1a	34,9bc	36,5b	31,5c	**	**
	ADL	13,9a	***	***	7,52b	19,8a	6,7b	4,8c	***	***
<i>Frankeniathymifolia</i>	NDF	42,8a	ns	ns	62,7a	41,5b	41,3b	42,5b	**	ns
	ADL	15,7a	ns	ns	16,9ab	20,6a	12,0bc	10,3c	*	ns

a,b,c les lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes ($p < 0,05$), ns : non significatif; * : $< 0,05$, ** : $< 0,01$, *** : $< 0,001$.

TABLEAU 3 : Digestibilité in vitro de la matière sèche de quelques espèces pastorales du sud tunisien (% MS)

TABLE 3: In vitro digestibility of the dry matter (% DM digested) in various forage species found in southern Tunisia

2.2. La digestibilité in vitro

La digestibilité de la matière sèche (DMS) par les dromadaires est relativement élevée puisqu'elle varie de 30 à 60% selon les saisons et les espèces (tableau 3). Les espèces les plus digestes sont *Zygophyllum* et *Halocnemum* (54,2 et 52,5% en moyenne). C'est en hiver et au printemps que les digestibilités sont en général les plus fortes. La meilleure digestibilité a été celle de *Zygophyllum album* en hiver (62,9% MS). Les moins digestes sont *Frankenia* et *Nitraria* (moyennes de 36,3 et 38,5% respectivement). On note une légère différence entre les sites à la faveur d'El Fjé, ce qui est à relier avec les meilleures valeurs de MAD et les plus faibles teneurs en lignine.

3. Discussion

3.1. Composition chimique

De façon générale, la végétation des parcours, et par conséquent sa production fourragère, est variable selon les années. Elle dépend notamment du coefficient d'efficacité pluviométrique (CEP), lequel est

généralement faible dans l'étage bioclimatique présaharien (5 à 10 kg MS par ha par mm de pluie dans les steppes dynamiques et 0,1 à 1 kg MS/mm de pluie dans les steppes désertifiées ; Le Houérou et Hoste, 1977 ; Le Houérou, 1982).

Dans notre étude, la teneur en matière sèche (MS) a été variable selon les espèces, les sites et les saisons. C'est un paramètre sensible fortement lié aux ressources du sol, notamment les ressources hydriques. Les conditions climatiques de l'année, les différences saisonnières de température et de pluviométrie peuvent influencer la quantité d'eau dans la plante. On observe donc des variations entre les espèces elles-mêmes, entre les deux sites et selon les saisons. Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par Khorchani *et al.* (1995), lesquels ont enregistré les teneurs en MS les plus faibles pour 4 espèces : *Retama*, *Atriplex*, *Suaeda* et *Zygophyllum* pendant les saisons les plus pluvieuses (l'hiver et le printemps). La quantité d'eau pour les autres espèces ne dépend pas des saisons, ce qui permet au dromadaire de garder son équilibre en eau.

La plupart des espèces des milieux arides sont des halophytes qui tolèrent des concentrations élevées en sel. La richesse en matières minérales est peut-être très

différente d'une espèce à l'autre : ainsi dans notre étude *Retama retam* en est peu pourvue (5,5 et 4,6% selon le site, El Bhaier ou El Fjê) tandis que *Salsola* est riche en minéraux (34,4 et 33,2%). El Shaer et Gihad (1994) ont constaté que les espèces fourragères contenant 14% de cendres sont très appétissantes et constituent l'alimentation préférée des dromadaires car ils tolèrent des teneurs élevées en sel dans les plantes.

La richesse en matière minérale peut être expliquée par la présence de sels dans ces milieux (sols salés). La composition minérale d'un fourrage résulte de l'action combinée de plusieurs facteurs parmi lesquels la phase végétative de la plante, les conditions environnementales et les modes d'exploitation. Les valeurs trouvées pour *Retama retam* sont similaires à celle mentionnée par Bouallala *et al.* (2011) : 5,16%.

Les sols sahariens sont considérés comme squelettiques et très pauvres en matière organique et en matières azotées (Monod, 1992), ce qui a un impact négatif sur la valeur nutritive des plantes qui l'habitent. Cela explique la pauvreté en matière azotée des espèces (moyennes entre 8,5 et 14,1%). Cette variation est liée aussi au rapport feuilles/tiges des plantes qui varie entre les saisons. Plusieurs études (Ben M'hamed, 1990 ; El Hamrouni et Sarson, 1975) ont montré des valeurs de l'ordre de 12,7 à 15,1% MS en milieu semi-aride et aride de l'Afrique du Nord. Dans les deux parcours étudiés, les valeurs les plus faibles en MAT ont été enregistrées pour l'espèce *Frankenia thymifolia* (5,9 et 7,9%). Dans le même site, Abdouli *et al.* (1992) avaient trouvé que *Limoniastrum guyonianum* avait une teneur encore plus faible : 7,2%. Dans des parcours algériens, Bouallala *et al.* (2011) ont enregistré des teneurs de 9,6 % pour *Retama retam*.

Les parcours méditerranéens, et en particulier ceux des régions arides, sont l'habitat des espèces pastorales épineuses et riches en composés pariétaux (Noy-Meir, 1988 ; Bowers, 1987). L'adaptation au milieu saharien (Ozenda, 1991) conduit ces plantes à former des cuticules épaisses et des assises cellulaires sclérifiées sur les stomates pour diminuer leur vitesse d'évaporation (Chehema *et al.*, 2010), ce qui accroît leur richesse en composés pariétaux.

Les fortes températures et la sécheresse, engendrent une augmentation des composés pariétaux NDF, ADL et la lignification des tissus de soutien (Richard, 1987 ; Demarquilly et Jarrige, 1981 et Demarquilly, 1982).

Les espèces présentées dans notre étude ont de fortes teneurs en (NDF), quelle que soit la saison. *Retama retam* a la valeur la plus élevée au printemps, avec 60,8%. Mais le dromadaire est capable d'exploiter de façon optimale les pâturages de faible valeur (Jouany, 2000).

Les variations saisonnières de la teneur en composés pariétaux observées entre les résultats peuvent être liées au stade de développement de la

plante et/ou aux conditions édapho-climatiques des milieux. La lignification de la plante peut aussi correspondre à une dégradation des parcours suivie d'une mise en défens afin de freiner la désertification (vieillesse des plantes). Le dromadaire est l'animal le plus adapté aux conditions des milieux arides car il tire son profit des espèces ligneuses, même avec des teneurs élevées de lignine.

3.2. Digestibilité *in vitro*

La digestibilité des plantes fourragères est un paramètre indispensable pour connaître leur valeur nutritive. Le dromadaire digère les fourrages pauvres mieux que les autres ruminants : le temps de séjour dans le pré-estomac est plus long (Faye *et al.*, 1995). Certaines espèces (par exemple *Retama retam*) ont une teneur élevée en lignine sans que leur digestibilité en soit affectée.

En utilisant un inoculum de rumen de dromadaire, Khorchani *et al.* (1992) ont enregistré des valeurs de digestibilité *in vitro* d'espèces pastorales de 28,7 à 44,1%, et même Laudadio *et al.* (2009) ont mentionné des valeurs de digestibilité de la matière sèche entre 32 et 78%. La valeur que nous avons trouvée pour *Zygophyllum album* (62,9%) est plus faible que les résultats trouvés par Chehema *et al.* (2010) pour la même espèce avec une digestibilité enzymatique (81,2%). La digestibilité augmente avec la richesse en azote et diminue avec celle des parois. Ce résultat peut être expliqué par la teneur élevée de NDF (35%) dans le sud tunisien par rapport aux échantillons étudiés par Chehema *et al.* (2010) en Algérie (NDF=24%).

4. Conclusion

La comparaison entre les deux sites d'étude et entre les quatre saisons de la composition chimique et de la digestibilité *in vitro* des espèces pastorales pérennes consommées par les dromadaires montre l'importance des conditions édaphiques et climatiques sur leur valeur fourragère. Les espèces répondent de façon diverse, ce qui assure la possibilité d'un bon équilibre alimentaire toute l'année. Les dromadaires se trouvent donc dans des milieux naturels qui leur correspondent bien.

Le rôle des pasteurs reste cependant important, notamment pendant les périodes critiques, surtout pendant l'été, car ils ont la possibilité d'apporter une complémentation adéquate adaptée à la saison. Cela sans oublier le rôle fondamental des points d'abreuvement.

Sur les parcours d'El Bhaier, qui sont les plus pauvres, la préoccupation majeure consiste à maintenir l'état du couvert végétal. La plantation d'espèces adaptées, notamment *Atriplex halimus*, pourrait améliorer la végétation.

Les informations apportées par cette étude sont destinées à être exploitées par les chameliers, aussi bien lors de leurs achats d'aliments pour l'entretien de leur troupeau qu'au moment d'orienter les déplacements et la transhumance, dans le but d'assurer une ration équilibrée aux animaux et une gestion durable des ressources.

Article accepté pour publication le 30 mars 2020

RÉFÉRENCES

- Abdoui H., Khorchani T., Nefzaoui A. (1992). "Nutrition of the one-humped camel. I. Faecal index determination and Chromic oxide excretion pattern and recovery". *Animal feed science and technology*, 39(3-4), 293-301.
- AOAC (1990). "Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis", 15th ed, Arlington, VA, ed,USA.
- Ben M'hamed M. (1990). "Forage shrubs in North Africa-Studies of the green Belt of North Africa", ALESCO, Tunis, Tunisie, 233.
- Ben Rhouma H., Souissi M. (2004). "Les parcours du Sud tunisien : Possibilités et limites de leur développement", *Office de l'Élevage et des Pâturages*.
- Bouallala M., Chehma A., Bensetti M. (2011). "Variation de la composition chimique de principales plantes broutées par le dromadaire du Sud-Ouest Algérien", *Livestock Research for Rural Development*, 23, 5.
- Boudet G. (1978). "Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères", IEMVT, Ministère de la coopération, 258 pages.
- Bowers M.A. (1987). "Precipitation and the relative abundances of desert winter annuals a 6-year study in the northern Mohave Desert", *J. Arid Environ.* 12:141-149.
- Chehma A., Faye B., Bastianelli D. (2010). "Valeurs nutritionnelles de plantes vivaces des parcours sahariens algériens pour dromadaires", *Fourrages* 204, 263-268.
- Chehma A. (2011). "Caractéristiques floristiques et nutritionnelles faces aux variations climatiques", CMEP TASSILI (N° 09 MDU 754).
- Demarquilly C., Jarrige R. (1981). "Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages", In *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, INRA Publ., (pp, 41-59).
- Demarquilly C. (1982). "Influence des facteurs climatiques sur la composition et la valeur nutritive de l'herbe", INRA, Actions du climat sur l'animal au pâturage, Séminaire Theix, Versailles, INRA, pp 49 – 63.
- El Hamrouni A., Sarson M. (1975). "Appétibilité de certaines *Atriplex* spontanées ou introduits en Tunisie", Note de recherche N8 INRF, 10pp.
- El Shaer H.M., Gihad E.A. (1994). "Halophytes as animal feeds in Egyptian deserts. In *Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands*", Springer, Dordrecht, 281-284pp.
- Faye B., Jouany J.P., Chacornac J.P., Ratovonahary M. (1995). "L'élevage des grands camélidés, Analyse des initiatives réalisées en France", *INRA Productions animales*, 8(1), 3-17.
- Jouany J.P. (2000). "La digestion chez les camélidés : comparaison avec les ruminants", *INRA Production Animale*, 13 (3), 165–176.
- Khorchani T., Abdouli H., Nefzaoui. A., Neffati M., Hamadi M. (1992). "Nutrition of the one-humped camel, II, Intake and feeding behaviour on arid ranges in southern Tunisia", *Animal feed science and technology*, 39(3-4), 303-311.
- Khorchani T. (1995). "Thèse de doctorat : Ingestion sur parcours et pouvoir tampon dans le rumen des dromadaires (*Camelus dromedarius*)", Partie 2. Chapitre 1C. pp.73-81.
- Laudadio V., Lacalandra G.M., Monaco D., Khorchani T., Hammadi M., Tufarelli V. (2009). "Faecal liquor as alternative microbial inoculum source for in vitro (DaisyII) technique to estimate the digestibility of feeds for camels", *Journal of Camelid Science*, 2 01-07.
- Le Houérou H.N., Hoste C.H. (1977). "Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo-Sudanian zone", *Journal of Range Management*, 181-189.
- Le Houérou H.N. (1982). "The arid bioclimates in the Mediterranean isoclimatic zone", *Ecologia Mediterranea*.
- Longo H.F., Siboukeur O., Chehma A. (2007). "Aspect nutritionnel des pâturages les plus appréciés par *Camelus dromedarius* en Algérie", *Cahiers Agricultures*, 16 : 477 – 483.
- Monod T. (1992). "Du désert", *Sécheresse*, 3(1). pp. 7-24.
- Noy-Meir I. (1988). "Dominant grasses replaced by ruderal forbs in a vole year in under grazed Mediterranean grasslands in Israel". *Journal of Biogeography*, 579-587.
- Ozenda P. (1991). "Flore du Sahara", 3e édition, complétée, Paris, Centre national de la recherche scientifique (CNRS).
- Richard D. (1987). "Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale", Thèse doctorat 3ème cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, p314.
- SAS (1996). "SAS User's Guide: Statistics. Statistical Analysis Systems Inc, Cary, N.C.
- Tilley et Terry (1963). "A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops", *Grass and forage science*, 18(2), 104-111.
- Van-Soest (1967). "Use of detergents in the analysis of fibrous feeds", IV-Determination of plant cell-wall constituents.