

Valeur alimentaire de quatre cultivars de *Medicago sativa* dans les conditions de la Mitidja

F. Alane⁽¹⁾, M.T. Kerrouche⁽²⁾, A. Lahmessi⁽³⁾

¹ Institut national de la recherche agronomique d'Algérie, division productions animales

^{2,3} Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, département production végétale

*Auteur correspondant : alaneфарida@hotmail.fr.

Reçu : 21 août 2023

Révisé : 18 avril 2024

Accepté : 16 mai 2024

Résumé : Le déficit d'alimentation du cheptel algérien constitue un frein pour le développement de l'élevage des ruminants. A cet effet, nous avons mené un essai en bloc aléatoire avec quatre répétitions à la station de Mahdi Boualem (INRAA), située dans la région de la Mitidja sur quatre cultivars de luzernes pérennes, dont deux d'origine oasienne issus de la wilaya de Ghardaïa et la wilaya d'Adrar. Les cultivars oasiens El Menea et Tamentit sont étudiés à deux stades différents bouton floral le mois de mai et début floraison le mois de juin afin de comparer leur valeur nutritive aux variétés importées dans les mêmes conditions, Mamantana et Triade. Les résultats de la hauteur moyenne signalés en mois de mai avec un maximum de 49,9 cm pour le cultivar Mamantana et 45,60 cm pour le cultivar Triade. Les cultivars oasiens notent des valeurs inférieures avec 34,28 cm pour Tamentit et 32,72 cm pour El Menea. Le diamètre des tiges, varie de 0,50 cm à 0,61 cm respectivement pour les cultivars Triade et Mamantana, par contre El Menea et Tamentit ont un diamètre inférieur. Le rapport feuilles/tiges en vert, est de 1,34 pour les deux cultivars El Menea et Tamentit, est de 1,38 pour le cultivar Triade. L'analyse de la variance des paramètres biométriques indique des différences significatives, par contre celle des paramètres chimiques au stade bouton floral montre une différence très significative pour la matière minérale et très hautement significative pour la cellulose brute. Au stade début floraison, tous les paramètres chimiques présentent une très haute différence significative et une très haute corrélation positive. Ainsi, apparait l'intérêt de ce stade pour le choix des meilleurs cultivars Tamentit et El Menea avec une forte teneur en azote et une digestibilité supérieur à 60% pour les deux stades étudiés. Les quatre cultivars ont offert trois coupes dont le cultivar Triade enregistre une hauteur élevée et un rendement qui dépasse les autres. La digestibilité moyenne au stade bouton floral des quatre cultivars est de 66,99% alors qu'elle diminue à 63,29% au stade début floraison.

Mots clés : morphométrie, luzerne, stade bouton floral, stade début floraison, composition chimique, digestibilité.

Summary : The food deficit of Algerian livestock constitutes an obstacle to the development of ruminant breeding. To this end, we conducted a randomized block trial with four repetitions at the Mahdi Boualem station (INRAA) located in the Mitidja region on four cultivars of perennial alfalfa, including two of oasis origin from the wilaya of Ghardaïa and the wilaya of Adrar. The oasis cultivars El Menea and Tamentit are studied at two different flower bud stages in May and beginning of flowering in June in order to compare their nutritional value to the varieties imported into the same terms, Mamantana and Triade. Average height results reported in May with a maximum of 49.9 cm for the Mamantana cultivar and 45.60 cm for the Triade. The oasis cultivars note lower values with 34.28 cm for Tamentit and 32.72 cm for El Menea. The diameter of the stems varies from 0.50 cm to 0.61 cm respectively for the Triade and Mamantana, on the other hand El Menea and Tamentit have a smaller diameter. The leaf/stem ratio in green is 1.34 for the two cultivars El Menea and Tamentit, and 1.38 for the Triade. The analysis of variance of biometric parameters indicates significant differences, however that of chemical parameters at the flower bud stage shows a very significant difference for mineral matter and very highly significant for crude fiber. At the beginning of flowering stage, all chemical parameters show a very high significant difference and a very high positive correlation. Thus, the interest of this stage appears for the choice of the best Tamentit and El Menea cultivars with a high nitrogen content and a digestibility greater than 60% for the two stages studied. The four cultivars offered three cuts of which the Triade cultivar recorded a high height and a yield that exceeded the others. The average digestibility at the flower bud stage of the four cultivars is 66.99% while it decreases to 63.29% at the start of flowering stage.

Key words : alfalfa, morphometry, flower bud stage, early flowers stage, chemical composition, digestibility.

INTRODUCTION

En Algérie, l'alimentation du cheptel constitue un frein pour le développement de l'élevage des animaux. La majorité des fourrages cultivés sont récoltés au stade avancé, mal conservé souvent sous forme de foin, l'ensilage n'est pas pratiqué, ce qui diminue la valeur nutritive de toutes les espèces cultivées ou spontanées. Le calendrier fourrager

selon les espèces citées dans les statistiques du ministère d'agriculture et développement rural, est très peu diversifié surtout en légumineuses (MADR, 2019).

Les importantes variations morphométriques et qualitatives constatées chez de nombreuses légumineuses spontanées ou locales étudiées dans le pays peuvent s'expliquer par le climat diversifié

(humide, subhumide, semi-aride, aride, saharien). La luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) est cultivée au nord ; mais aussi, est la principale espèce fourragère cultivée par l'agriculteur oasien depuis des siècles. Sa grande variabilité génétique lui a permis de s'imposer dans des milieux très contrastés des plus chauds aux plus froids (Pfitzenmeyer, 1963).

Par sa haute qualité nutritionnelle, la luzerne représente l'une des plus importantes légumineuses fourragères au monde et constitue un précieux aliment pour toutes les catégories d'animaux (Suttie, 2004 ; Moawed, 2016). Cette qualité nutritionnelle est liée à sa teneur en protéines et à son apport énergétique. Elle assure la durabilité économique des systèmes d'élevage (Tlahig *et al.*, 2017).

Il est pratiquement impossible d'améliorer la production du bétail si on ne lui assure pas une alimentation adéquate qui couvre les besoins de la spéculation choisie (Abdelguerfi, 2002). Un déficit fourrager a des répercussions sur la productivité et se traduit par un recours massif aux importations de produits animaux à l'instar des produits laitiers et carnés. De telles solutions coûtent lourd dans la balance économique du pays (Abdelguerfi, 2002). La solution aux problèmes de l'alimentation réside dans l'introduction des fabacées. Parmi les légumineuses,

la luzerne pérenne dont l'appellation « reine des fourrages ». Selon Marble, (1993), c'est une source complète d'éléments nutritifs pour la production de viande et de lait.

Cependant, comme toute légumineuse, l'évolution de la valeur nutritive des luzernes est fortement liée à l'évolution des différents organes de la plante durant les stades phénologiques. Leussen (1991), considère que le meilleur stade phénologique au moment de la récolte du fourrage est celui qui offre la proportion de digestibilité la plus élevée avec une concentration en protéine conséquente, généralement il s'agit du stade début floraison. D'ailleurs, suivant Guillemot (2016) la qualité du fourrage a fait l'objet de travaux de sélection, en vue d'une part d'augmenter la teneur en protéines, et d'autre part d'améliorer la digestibilité du fourrage qui peut être un frein à son incorporation dans des rations pour ruminants à haut niveau de performance.

Afin de palier en partie à ce problème d'alimentation, la luzerne pérenne constitue un fourrage intéressant à introduire, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Dans ce but, quatre cultivars de luzernes pérennes dont deux locales d'origine oasienne ont été mis à l'essai. L'exploitation de ces légumineuses fourragères s'est faite durant une grande partie de l'année par des coupes successives entre lesquelles

la plante repousse. Durant chaque coupe des paramètres biométriques en relation avec le rendement et la qualité nutritive sont notés : la hauteur des tiges, le diamètre des tiges, le nombre de tiges par mètre carré, le rapport feuille sur tiges et la biomasse en vert et en sec. Par la suite la composition chimique de chaque stade étudié est analysée suivi par la digestibilité *in vitro*. Ceci afin de choisir les cultivars qui ont donné les meilleurs résultats pour le ruminant.

MATERIEL ET METHODES

L'essai a lieu le 31/01/2013 au niveau de la station expérimentale de Mahdi Boualem, de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

(INRAA), situé à une altitude de 18,5 m, latitude 36°41'4,35" nord et à une longitude de 3°06'24,84" Est. Le dispositif est un bloc aléatoire complet avec quatre répétitions. Chaque population est représentée par un mètre carré. La dose de semis est de 1000 graines par mètre carré.

Le climat est de type subhumide, l'année 2013 est caractérisée par huit mois de pluies (septembre à mai), le plus pluvieux est le mois de février avec 140,5 mm, le moins pluvieux est le mois de septembre avec 2,3 mm. Comme il est caractérisé par trois mois chaud juin, juillet et le mois de août avec un maximum de 30,9°C enregistré le mois d'août et un minimum de 16°C enregistré le mois de juin (Tableau I).

Tableau I. Données climatiques de la campagne 2012/2013

Date par mois	Moyenne de T° Mini	Moyenne de T° Maxi	Somme de pluie en mm	jour de pluie
Septembre 2012	19,4	36,8	2,3	1
Octobre 2012	16,5	27,1	95,6	7
Novembre 2012	12,9	21,5	117,1	11
Décembre 2012	8,3	18,6	37,5	7
Janvier 2013	7,7	17,2	117,4	13
Février 2013	7,0	16,1	140,5	16
Mars 2013	11,1	20,1	75,6	10
Avril 2013	11,7	20,8	77,7	8
Mai 2013	13,9	22,5	112,4	8
Juin 2013	16,0	26,3	4,6	1
Juillet 2013	20,9	29,2	0	0
Août 2013	20,4	30,9	2,6	2

L'analyse physico-chimique du sol montre une structure argileux-limoneuse (triangle de structure des sols), un pH basique (7,87) et une conductibilité électrique de 0,28 ds/m qui montre que le sol est peu salé. Le taux d'azote est de 0,034% faible. Par contre, la teneur en phosphore est très élevée 53,15 ppm et élevée pour le potassium 0,67 meq/g (analyse réalisée à l'INSID).

Le matériel végétal utilisé comporte, deux luzernes locales oasiennes, Tamentit et El Menea et deux introduites Triade (Italie) et Mamantana (USA).

Lors d'échantillonnage au niveau de chaque bloc un mètre linéaire est fauchée au stade bouton floral, ultérieurement un autre mètre linéaire est fauché au stade début floraison. Après notation des paramètres biométriques, les échantillons sont mis à sécher dans une étuve ventilée réglée à 65°C pendant 48 heures jusqu'à poids constant. Par la suite, ils sont broyés et conservés en attendant les analyses.

Après étuve, les analyses ont été réalisées au sein du laboratoire de l'INRAA de Baraki à Alger selon la méthode AFNOR (1982). Tous les dosages des 4 cultivars de luzerne ont subi deux répétitions et les résultats sont rapportés par rapport à 100 g de MS. La digestibilité est réalisée par la méthode microbiologique de Tiley et Terry (1963).

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Les caractères morphologiques

La variation des proportions des parties aériennes de la plante nous informe sur la teneur en fibre et en azote de la luzerne. En effet, l'évaluation du rapport feuilles/tiges au cours de la repousse est l'un des déterminants de la dynamique d'accumulation d'azote par un peuplement de luzerne. Une approche réalisée par Lemaire et Gastal (1997) a montré que l'accumulation d'azote dans les parties aériennes était proportionnelle à la proportion de feuilles de la culture.

1.1 Première coupe

La première coupe est réalisée au printemps au stade bouton floral (Tableau II), le paramètre cycle végétatif montre que les cultivars locaux sont précoces avec 98 j et 101,5 j pour El Menea et Tamentit respectivement le 6/05 et 13/05/2013. Chabouni *et al.* (2019) qui ont caractérisé ces populations affirment que le cultivar local El Menea est précoce par rapport à Tamentit, il atteint le stade DF à Adrar le 84^e jour.

La hauteur printanière (HTP) est signalée avec un maximum de 49,9 cm pour Mamantana et 45,60 cm pour Triade, avec une hauteur printanière inférieur chez le cultivar Tamentit 34,28

cm et 32,72 cm pour El Menea (Tableau II). Chabouni *et al.* (2019) signalent une hauteur de 50,9 cm pour Tamentit au stade début floraison.

Dans une étude menée par Chaabena *et al.* (2004), sur des populations de luzerne pérenne, la variété Mamantana, a manifesté les plus grandes valeurs pour les caractères suivants : diamètre des tiges (DTG), la hauteur et largeur de tiges. Par ailleurs, nos résultats indiquent une différence assez nette en ce qui concerne le diamètre (DT). En effet, celui-ci varie de 0,50 cm à 0,61 cm chez les variétés importées alors que les deux populations locales El Menea et Tamentit notent un diamètre inférieur qui varie entre 0,18-0,20 cm.

Autrement dit, les populations Triade et Mamantana ont une vigueur importante et une longueur de tige conséquente ce qui expliquerait leur rendement supérieur ; les deux populations oasiennes sont moins vigoureuses et ont des tiges moins longues mais plus feuillues donc plus digestible (68,99% au stade DF et 66,99% au stade BF).

En effet, le rapport feuilles/tiges en vert (Rdtv) pour le cultivar Mamantana est le plus faible par rapport aux trois autres cultivars, le rapport moyen est de 1,34 pour les deux cultivars El Menea et Tamentit, est de 1,38 pour le cultivar Triade. Cependant, le rapport en sec d'El Menea se rapproche de celui du cultivar Triade respectivement 1,67 et 1,72 (Tableau II). A Adrar, ce même rapport feuilles sur tiges du cultivar El Menea au deux stades BF et DF est plus faible, avec respectivement 1,51 et 1,01 (Alane *et al.*, 2017).

Le poids de 1000 graines (PMG) chez le cultivar Triade est plus important que les autres cultivars mais inférieur au poids de 1000 grains d'El Menea (Tableau II). Les populations El Menea et Tamentit se démarquent des deux autres populations par leur nombre de tiges par plante et par mètre carré, ainsi que le rendement en sec d'El Menea. D'ailleurs, la hauteur des tiges et nombre de tiges par mètre carré sont négativement et très hautement corrélés (Tableau IV). Néanmoins, les rendements en vert et en sec enregistrés

Tableau II. Les moyennes des caractérisations morphologiques de la 1^{re} coupe

Populations	Poids de 1000 grains (g)	Cycle en jour	Tiges/m ²	Hauteur en cm	Rapport F/T en vert	Rapport F/T en sec	Diamètre cm	Rdt en vert g/m ²	Rdt en sec g/m ²
El-Menea	0,81	98	1266,25	32,72	1,34	1,67	0,18	1023,5	606,75
Tamentit	0,56	101,5	1123,75	34,28	1,34	1,24	0,20	809,86	217,65
Triade	0,79	104,25	860,42	45,60	1,38	1,72	0,50	1783,00	424,4
Mamantana	0,72	111,5	762,50	49,90	1,09	1,42	0,61	1493,50	331,5

Tableau III. Analyse de la variance des caractères morphologiques de la 1^{re} coupe

Paramètres	Variance	DDL	Chi2	P	Signification
Cycle du cultivar	26,317	15	39,750	<0,0001	***
Nombre de tiges/m²	137994,308	15	2069914,627	<0,0001	***
H (cm)	75,827	15	1137,407	<0,0001	***
F/T en vert	0,270	15	4,053	0,0049	**
F/T en sec	0,201	15	3,015	0,0008	***
Diamètre des tiges	304444,962	15	4566674,434	<0,0001	***
Rendement vert g/m²	304444,962	15	4566674,434	<0,0001	***
Rendement en sec g/m²	0,174	15	2,608	0,0003	***

** hautement significative, *** très hautement

par le cultivar El Menea à Adrar sont inférieurs pour les deux stades bouton floral et début floraison (Alane *et al.*, 2017).

L'analyse de la variance nous montre que les paramètres étudiés présentent une différence très hautement significative ($p < 0,0001$) (Tableau III). Ainsi, des corrélations existent entre les paramètres : nombre de tiges par mètre carré et cycles ($r = -0,526^{**}$), hauteur des tiges et cycle ($r = 0,808^{***}$). Une

corrélation positive entre le diamètre et la hauteur des tiges ($r = 0,707^{***}$), rendement en vert et hauteur des tiges ($r = 0,707^{***}$), une corrélation maximale ($r = 1$) entre rendement en vert et diamètre des tiges (Tableau IV).

1.2 Deuxièmes coupes

La décision de faucher est réglée par le choix du stade phénologique de la plante et le respect du temps des repousses de

Tableau IV. Matrice des corrélations des caractères morphologiques de la 1^{re} coupe

Paramètres	Cycle	Tiges/m ²	H (cm)	F/T en vert	F/T en sec	Diamètres	Rdt en vert g/m ²	Rdt en sec g/m ²
Cycle	1							
Tiges/m²	-0,526**	1						
H (cm)	0,808***	-0,737***	1					
F/T en vert	-0,181	0,404	-0,162	1				
F/T en sec	-0,096	0,197	-0,040	0,583**	1			
Diamètres	0,430	-0,430	0,707***	-0,024	0,133	1		
Rdt en vert g/m²	0,430	-0,430	0,707***	-0,024	0,133	1***	1	
Rdt en sec g/m²	0,431	0,413	0,303	-0,789***	-0,244	0,159	0,159	1

cette dernière (Lemaire, 2006). Selon Demarly (1977), la fauche de la luzerne pérenne doit se faire à la floraison pour permettre à la plante de reconstituer ses réserves racinaires (sels, matières azotées et sucres), aussi afin d'obtenir une bonne persistance et pérennité du peuplement de la luzernière. A cet effet, en mois de juin et au stade début floraison, nous avons réalisé notre fauche.

Pour la deuxième coupe réalisée sans aucune irrigation, le cultivar le moins développé en hauteur (HT) et qui ne dépasse pas les 54,33 cm est Tamentit, alors que les autres cultivars sont plus hauts.

Par rapport à la première coupe le cultivar qui est remarquablement haut est le cultivar Triade avec une moyenne de 71,58 cm (Tableau V).

Le rapport feuilles/tiges en vert (Rdtv) pour le cultivar El Menea est le plus faible, avec 0,5 et il est de 1 pour le cultivar Mamantana (Tableau V). A Adrar, le rapport feuilles sur tiges d'El Menea était supérieur à la deuxième

coupe du stade début floraison : 1,04 (Alane *et al.*, 2017) ; mais le rapport de Tamentit dépasse toujours celui d'El Menea et même celui de Tamacine au même stade (Alane *et al.*, 2020).

Ces rapports en vert en deuxième coupe en moyenne offre 0,8, sont inférieurs en comparaison avec la première coupe avec une moyenne de 1,28. Ceci concorde avec les données de Boudour (2012) qui a constaté que pour tous les cultivars, la teneur en MAT est corrélée avec le taux de feuille de la plante, diminue progressivement avec les coupes suivantes. Selon Thiebeau *et al.* (2001), la coupe d'été avec le stress hydrique réduit la production de la biomasse et la fixation symbiotique (la plante rentre en dormance estivale) ce qui pénalise la teneur en azote et influe sur la digestibilité. D'ailleurs, Boudour (2012) trouve une corrélation hautement positif entre les deux paramètres MAT et digestibilité ($r=0,72^{**}$).

Pour le rapport en sec, on constate que les trois cultivars donnent un rapport moyen de 0,97 (Tableau V).

Tableau V. Les moyennes des caractérisations morphologiques de la 2^e coupe

Populations	Cycle en jour	Tiges/m ²	Hauteur en cm	Rapport F/T en vert	Rapport F/T en sec	Diamètre cm	g/m ² vert	g/m ² sec
El-Menea	110,33	901,25	61,83	0,59	0,69	0,16	1122,13	288,65
Tamentit	106,67	621,25	54,33	0,82	1,01	0,18	863,5	222,1
Triade	109,33	642,50	71,58	0,92	0,95	0,21	1372,38	413,25
Mamantana	113,5	526,25	63,04	1,00	0,96	0,19	1099,00	361,9

L'analyse de la variance transcrit une différence très hautement significative pour tous les paramètres étudiés ($p < 0,0001$) (Tableau VI). Le tableau VII, montre une corrélation positive entre le rendement en sec et le cycle de croissance de la plante ($r = 0,503^*$) et le rapport feuilles sur tiges en vert ainsi que le nombre de tige par mètre carré

($r = -0,465^*$). La corrélation entre le rendement en vert et le nombre de tiges par mètre carré est positive ($0,490^*$).

Les résultats des deux paramètres poids vert et sec respectivement en deuxième coupe sont $1122,13 \text{ g/m}^2$, $288,65 \text{ g/m}^2$ pour El Menea et $863,5 \text{ g/m}^2$, $222,1 \text{ g/m}^2$ pour Tamentit différents de ceux de la première coupe (Tableau V).

Tableau VI. Analyse de la variance des caractérisations morphologiques de la 2^e coupe

Paramètres	Variance	DDL	Chi2	P	Signification
Cycle du cultivar	6,371	15	95,558	<0,0001	***
Nombre de tiges/m ²	49966,563	15	749498,438	<0,0001	***
H (cm)	115,389	15	1730,834	<0,0001	***
F/T en vert	0,039	15	0,545	<0,0001	**
F/T en sec	0,032	15	0,441	<0,0001	***
Diamètre des tiges	0,001	15	0,014	<0,0001	***
Rendement vert g/m ²	159081,200	15	2386218,000	<0,0001	***
Rendement en sec g/m ²	11861,049	15	177915,734	<0,0001	***

*Significative, **hautement significative, ***Très hautement significative

Tableau VII. Matrice des corrélations, des caractérisations morphologiques de la 2^e coupe

Paramètres	Cycle	Tiges/m ²	H (cm)	F/T en vert	F/T en sec	Diamètres	Rdt en vert g/m ²	Rdt en sec g/m ²
Cycle	1							
Tiges /m ²	-0,006	1						
H (cm)	0,428	-0,162	1					
F/T en vert	0,205	-0,465*	0,032	1				
F/T en sec	-0,221	-0,395	-0,299	0,868***	1			
Diamètres	-0,069	-0,136	0,290	0,316	0,228	1		
Rdt en vert g/m ²	0,340	0,490*	0,485*	0,091	-0,157	0,392	1	
Rdt en sec g/m ²	0,503*	0,269	0,608**	0,301	-0,026	0,542**	0,917	1

*corrélé, **hautement corrélé, ***Très hautement corrélé.

1.3 Troisièmes coupes

Afin de produire la semence des cultivars importés, la troisième coupe a été réalisée seulement pour les deux cultivars El Menea et Tamentit. Les caractères liés au développement végétatif et la production de la plante de ces deux cultivars sont notés dans le tableau VIII. Dans cette dernière coupe estivale, le rapport feuilles sur tiges est supérieur à celui de la deuxième coupe. Ceci peut s'expliquer par la réduction du nombre et la hauteur des tiges (Tableaux V, VIII).

Afin de produire un tonnage considérable, il est préférable de réduire le nombre de coupe surtout en conditions pluviales. En effet, selon Bourgeois Bach (2005), l'augmentation de la fréquence de coupes réduit le tonnage produit en matière sèche mais ne pénalise pas la production de protéines à l'hectare.

En suivant l'accumulation de l'azote dans les feuilles et dans les tiges d'un peuplement de luzerne, lors de la pousse de printemps (avril et mai) et des différentes repousses estivales (juin et juillet), Lemaire *et al.* (1985), ont pu

montrer que la teneur d'azote par les feuilles était indépendante du nombre de fauche tandis que celle des tiges change d'une coupe à l'autre et diminuait de printemps à l'été.

Selon Lemaire et Allirand (1993), les différences de prélèvement d'azote entre la fauche de printemps et la fauche d'été se trouvent expliquées par une évolution différente du rapport feuilles/tiges, sachant que l'azote est particulièrement concentré dans les feuilles, et que les basses températures (cas des coupes printanières) ont tendance à limiter plus fortement la croissance des tiges que celle des feuilles.

Cette période estivale caractérisée par des températures très élevées et une sécheresse causant une réduction de l'activité des plants de luzerne et une tendance à entrer en dormance est observée (des tiges sèches sans feuilles pour résister à la sécheresse). Une diminution importante des hauteurs de végétation et le nombre de tiges est enregistrée chez l'ensemble des cultivars. En effet, selon Hireche-Adjal (2006) l'intensification de la sécheresse conduit à un certain nanisme des plants ; en outre,

Tableau VIII. Les moyennes des caractérisations morphologiques de la troisième coupe

Populations	Nombre de tiges	Nombre de tiges /m ²	Hauteur en cm	Rapport F/T en vert	Rapport F/T en sec	Diamètre cm	Poids vert g/m ²	Poids sec g/m ²
El Menea	88,67	443,33	27,89	1,79	1,83	0,13	347,67	6128,2
Tamentit	59,00	295,00	21,56	2,07	2,22	0.18	164,33	86,5

une défoliation est observée également ce qui réduit le recouvrement des micro-parcelles, tout cela conduit à une chute des rendements en matière verte et sèche lors des deux coupes réalisées en cette période.

Ce phénomène de défoliation est commun chez les plantes, d'après Lemaire et Pflimlin (2007) les systèmes herbagers et biologiques sont davantage touchés par les effets de la sécheresse. En année à forte sécheresse, la production d'herbe peut être diminuée de plus de 50% ceci peut s'expliquer par le fait qu'en situation de déficit hydrique, il y a une réduction de la croissance foliaire et de la fermeture des stomates. Les mêmes auteurs Lemaire et Pflimlin (2007), ajoutent que leur seul mode d'adaptation étant essentiellement "l'évitement" grâce à un enracinement plus ou moins profond comme pour la luzerne.

Vu qu'ils sont originaires des oasis, les deux cultivars El Menea et Tamentit montrent une certaine adaptation aux conditions de cette période, car ils enregistrent les valeurs les plus élevées pour les caractères hauteur à la coupe, recouvrement (espace occupé par la végétation), rendement en matière verte et en matière sèche. Benabderrahim *et al.* (2008) expliquent l'existence d'un effet origine géographique sur la variabilité.

Chaabena et Abdelguerfi (2001), indiquent qu'au niveau des régions

sahariennes, la luzerne (El Meniaa, Ghardaïa, Aoulef, In Salah, Timimoune et Tamacine) est la principale espèce fourragère cultivée ; les agriculteurs de la région ont façonné des populations qui arrivent à égaler et parfois à dépasser largement les variétés introduites (Lodi, Chott, Magali, 3376, 3210, Gabès et 2355..) pour certains caractères.

Selon Boudour (2012), le nombre de coupe semble avoir un effet favorable sur la teneur en MS. En effet, pour tous les cultivars, la plus grande production est obtenue lors de la troisième coupe, à l'exception des cultivars Melissa et Ameristand, pour lesquels c'est la quatrième coupe qui offre les teneurs en matières sèches les plus élevées. Alors que les taux les plus faibles sont observés pour la deuxième coupe, pour la plupart des cultivars, à l'exception de Ameristand et Melissa où une progression graduelle avec le nombre de coupe est observée. Nos résultats diffèrent surtout pour les deux cultivars locaux à la troisième coupe le rendement est largement inférieur à celui des deux premières coupes. Mais concorde avec les résultats du tableau V où le nombre de tige par mètre carré et le rendement en vert de la population El Menea dépassent ceux du cultivar introduit Mamantana.

Rappelons que la première année de notre essai aucune fauche n'est effectuée, pour cette raison la 3^e coupe est considérée comme la fin de la

luzernière avant de rentrer en dormance. Selon Agabriel (2007), la teneur en MS de la 2^e coupe pourrait être pénalisée par une 1^{re} coupe trop précoce, en effet, le rendement augmente quand on retarde le stade de récolte (formation de gousse), mais le meilleur stade de point de vue qualité est début floraison.

2. Caractérisation chimique

La composition chimique des fourrages est la première étape indispensable pour les valoriser en alimentation animale. Elle nous permet d'estimer la valeur nutritive de l'herbe. D'après Tisserand (1991), le sol, le climat et l'altitude exercent un effet important sur la valeur alimentaire de l'herbe qui diminue au cours de la croissance.

En effet, au cours de sa croissance les tissus de la plante se lignifient, le processus est accéléré avec les hautes températures, de ce fait la digestibilité diminue. D'où le taux élevé de la lignine à la sénescence de la plante. Ainsi, plus la plante est âgée plus le rapport feuille/

tige diminue, plus la teneur en cellulose brute augmente et moins la plante est digestible (Guine, 2002).

Afin de vérifier cet aspect, nous avons entrepris la détermination à deux stades phénologiques boutons floraux et début floraison les paramètres essentiels de la composition chimique qui sont : matière minérale, la matière organique, la matière azotée totale et la cellulose brute (Tableau IX).

L'analyse de la variance de ces paramètres chimiques des quatre cultivars au stade bouton floral montre une différence significative pour le paramètre matière minérale et très hautement significative pour la cellulose brute, les autres paramètres ne présentent aucune différence significative (Tableau X). A ce stade la corrélation existe uniquement entre la matière sèche et les deux paramètres, matière minérale et matière azotée totale ; elle est négative puisque la matière sèche est inversement proportionnelle aux taux des deux paramètres cités. Autrement dit plus la matière sèche augmente plus le taux de

Tableau IX. La composition chimique des quatre cultivars au stade bouton floral

Cultivars	MS%	MM%	MAT%	CB%	MO%
El-Menea	87,43	9,59	18,79	17,33	77,87
Tamentit	88,16	9,56	19,72	18,57	78,6
Triade	89,94	8,90	18,03	17,79	81,04
Mamantana	89,50	8,49	18,25	18,24	81,01
Moyenne	89,76	9,14	18,70	17,99	79,63

Tableau X. Analyse de la variation des paramètres chimiques au stade bouton floral

Paramètres	Variance	Chi ²	DDL	P	Signification
MS%	1,212	13,333	11	0,5442	Ns
MM%	0,278	3,055	11	0,0200	*
MAT%	1,401	15,410	11	0,3290	Ns
CB%	11,025	121,274	11	<0,0001	***

*significative, **hautement significative, ***très hautement significative, NS : non significative.

matière azotée total et minéral diminue (Tableau XI).

Les teneurs moyennes des paramètres chimiques des quatre cultivars présentés dans le tableau IX sont comparables avec une légère distinction du cultivar local Tamentit en MAT et CB respectivement 19,72% et 18,57%.

Les deux cultivars introduits Triade et Mamantana présentent un taux élevé en matière organique respectivement 81,04% et 81,01%. À la station de l'ITGC (Oued Smar) au stade bouton floral le cultivar Triade a enregistré un taux de 85,88% (Alane *et al.*, 2016). Le cultivar El Menea note une teneur de 77,87% à la station de l'INRAA (Mahdi Boualem (Tableau VI) et au même stade

bouton floral, a atteint 79,55%±1,32 de matière organique au niveau du sol d'Adrar (Alane *et al.*, 2017).

Au stade début floraison, ces mêmes paramètres chimiques présentent une différence très hautement significative (Tableau XIII) et une très haute corrélation positive entre tous les paramètres chimiques (Tableau XIV). Ainsi, apparait l'intérêt de ce stade pour le choix du meilleur cultivar. La moyenne des cultivars des paramètres chimiques présentées dans le tableau XII, révèlent des teneurs élevées en matières azotées des deux cultivars oasiens El Menea (18,68%) et Tamentit (17,78%) et une faible teneur en cellulose brute respectivement (18,77%) et (17,78).

Tableau XI. Matrice de corrélation des paramètres chimiques au stade bouton floral

Paramètres	MS%	MM%	MAT%	CB%
MS%	1			
MM%	-0,807***	1		
MAT%	-0,558*	0,458	1	
CB%	0,123	-0,100	-0,086	1

*corrélé, **hautement corrélé, ***très hautement corrélé.

Tableau XII. La composition chimique des quatre cultivars au stade début floraison exprimé en %MS

Cultivars	MS%	MM%	MAT%	CB%	MO%
El-Menea	89,33	9,74	18,68	18,77	79,59
Tamentit	87,86	9,26	17,78	16,77	78,58
Triade	89,03	7,89	15,61	21,82	81,14
Mamantana	86,90	7,48	16,04	20,75	79,42
Moyenne	88,28	8,59	17,03	19,53	79,68

Tableau XIII. Analyse de la variation des paramètres chimiques au stade début floraison

Paramètres	Variance	DDL	Chi ²	P	Signification
MS%	5515,498	11	60670,782	<0,0001	***
MM%	68,723	11	755,949	<0,0001	***
MAT%	192,303	11	2115,336	<0,0001	***
CB%	295,926	11	3255,187	<0,0001	***

*significative, **hautement significative, ***très hautement significative, NS : non significative.

Tableau XIV. Matrice de corrélation des paramètres chimiques au stade début floraison

Paramètres	MS%	MM%	MAT%	CB%
MS%	1			
MM%	0,994***	1		
MAT%	0,994***	0,998***	1	
CB%	0,981***	0,962***	0,958***	1

*corrélé, **hautement corrélé, ***très hautement corrélé.

Avec une différence significative, les cultivars introduits présentent des taux inférieurs en azote 15,61% pour Triade et 16,04% pour Mamantana alors que les taux de cellulose brute sont les plus élevés, Triade note 21,82% et Mamantana note 20,75%.

Ainsi, le cultivar local Tamentit avec le taux de 17,78% de MAT est proche

de la valeur trouvée par Hadj Omar *et al.* (2018) chez le même cultivar et au même stade 17,71%. Mais inférieur à la valeur enregistrée par Alane *et al.* (2017) au même stade à Adrar 37,45%±0,37 alors qu'El Menea note 30,83±1,6%. Mauriès en 2003, précise qu'à partir du deuxième cycle, la teneur en matières azotées diminue avec l'âge

des repousses mais plus lentement qu'au premier cycle. Thiebeau *et al.* (2001) et Thiebeau *et al.* (2003) affichent des teneurs en protéines de la luzerne qui varient entre 19,4 et de 17 à 23% de MS. Alane *et al.* (2017) affichent des teneurs en protéines de la luzerne qui varient entre $21,44 \pm 0,54$ et $36,37\% \pm 1,37$ d'un stade à l'autre et d'une coupe à l'autre chez El Menea.

Ainsi, Traore (1998), a constaté que les plantes les moins riches en composants pariétaux (cellulose brute) dont la richesse en parois totales est compensée par une teneur élevée en MAT, présentent les meilleurs profils de dégradabilité. Dans notre recherche ceci est vrai pour les résultats au stade début floraison ; mais pour le stade bouton floral les teneurs moyennes en fibre et en azote sont comparables pour les quatre cultivars. Au stade début floraison, les taux les plus élevés en fibre sont notés par les cultivars introduits 20,75-21,82% (Tableau XII).

Aussi, d'après Fonty et Chaucheyras (2007), la teneur en polysides structuraux varie fortement avec l'espèce botanique, l'âge, les organes et les tissus de la plante. En effet, dans le même sens, Demarquilly et Andrieu (1988) affirment que la teneur en cellulose brute de la luzerne passe de 22-25%MS chez une jeune plante à 40-45%MS chez une plante âgée ; alors que la teneur en MAT passe de 20-23%MS à 9-10%MS. Une

corrélation très fortement négative a été enregistrée entre la dMO d'une part et la teneur en CB, ADF et NDF d'autre part avec des coefficients de corrélation respectivement de -0,89, -0,89 et -0,95.

Ceci peut s'expliquer par l'avancement de la plante en âge, qui accumule des fibres avec l'augmentation du nombre et hauteur des tiges ; à l'encontre de la teneur en matière azotée totale qui diminue avec la diminution du nombre des feuilles par conséquent diminution du rapport feuille sur tige.

La moyenne des paramètres chimiques pour les quatre cultivars de luzerne portée dans le tableau XII montre une teneur équilibrée entre matière azotée totale et cellulose brute des deux cultivars locaux, (El Menea et Tamentit), alors que le taux de fibre dépasse celui de l'azote chez les cultivars introduits (Triade et Mamantana).

Les résultats montrent que quel que soit le cultivar étudié, la teneur en matière sèche demeure élevée car dépassant 85%, valeur comparable à la moyenne publiée par Agabriel (2007). Aucune différence significative n'est signalée dans les analyses statiques des moyennes des deux stades (Tableau XV), toutefois, la plus faible teneur est de 87,96% enregistrée pour le cultivar Tamentit et la plus forte est de 89,58% pour le cultivar Triade. Le résultat trouvé par Boudour en 2012 dans le Bas-Cheliff chez le cultivar local Tamentit

Tableau XV. Les moyennes des composantes chimiques des deux stades étudiés BF et DF

Cultivars	MS%	MM%	MO%	MAT%	CB%
El-Menea	88,33	9,64	78,69	18,69	18,2
Tamentit	87,96	9,41	78,55	18,75	18,25
Triade	89,58	8,49	81,09	16,99	19,4
Mamantana	88,46	8,08	80,38	17,37	19,24
Moyenne	88,58	8,91	79,67	17,95	18,77

présente une valeur assez élevée en MS soit 95,80% en troisième coupe et au stade floraison. Pas loin de ce résultat, Alane *et al.* (2020), ont obtenu chez Tamentit en troisième coupe un taux de 90,59% dans les conditions de la Mitidja, El Menea a noté 90,62% et Tamacine 90,67%.

Plusieurs auteurs ont publié des résultats en concordance avec les nôtres. Chibani *et al.* (2010) enregistrent un poids sec de 88,5% pour le foin de luzerne et de 91,1% pour la luzerne déshydratée. En revanche, nos résultats (Tableau XV) sont nettement supérieurs à ceux rapportés par Jarrige *et al.* (1995), qui enregistrent une teneur en MS de 80%.

Les teneurs en matière organique des deux cultivars Triade et Mamantana sont comprises entre 78,55%-81,09%, la moyenne des deux stades des quatre cultivars est de 79,67% (Tableau XII). On rappelle que ce paramètre est déduit par la différence entre matière sèche et matière minérale. Nos résultats sont inférieur à ceux trouvés par Boudour

en 2012 ; la valeur la plus élevée est notée pour le cultivar Prosomenti, en quatrième coupe (89,31% MS). La valeur la plus faible est observée chez le cultivar Magali en troisième coupe (80, 10% MS), alors que Chibani *et al.* (2010) enregistrent des teneurs en matière organique comparables, soit 77,8% MS pour le foin de luzerne et 80,7% MS pour la luzerne déshydratée. Concernant l'effet de la coupe, on constate que la 4^e année permet de produire plus de MO, à l'exception des cultivars Ecotipo et Siciliano où la 2^e coupe de la première année offre les teneurs les plus élevées. Le cultivar Ameristand sa 1^{re} coupe de la première année présente la teneur la plus élevée en matière organique (Boudour, 2012). Cette variation d'une année à l'autre et d'une coupe à l'autre de la teneur en matière organique chez la luzerne selon Mauriès (1994), ne représentent que des systèmes de compensation de la production d'une plante pérenne : ce qu'elle gagne dans un cycle le perd dans l'autre et vice-versa.

Au stade bouton floral les valeurs de la matière minérale varient entre 8,49%-9,59% (Tableau IX) alors qu'au stade début floraison elles varient entre 7,48-9,74 (Tableau XII), avec des valeurs supérieures à 9% aux deux stades chez les populations locales et une diminution d'un point d'un stade à l'autre pour les variétés introduites. Cependant, la moyenne des deux stades note des valeurs comparables entre les quatre cultivars (Tableau XV). Les résultats des deux stades sont inférieurs aux résultats trouvés par Chibani *et al.* (2010), soit 10,7% et 10,5% respectivement pour le foin de luzerne et luzerne déshydratée.

La moyenne de la matière minérale des deux stades des quatre cultivars est également inférieure aux résultats trouvés par Ballard (2009b), qui enregistre une teneur maximum de 12% et une teneur minimum de 9%. Aussi, Boudour en 2012 enregistre des valeurs plus élevées, la variété Magali en troisième coupe présente la valeur la plus élevée (17,5% MS) par rapport à Prosementi en 4^e coupe (10,67%). Cette différence en matière minérale peut être expliquée par le fait que l'essai est mené dans un sol relativement riche en sels (station de l'INRAA, Hmadna). Sur le même cultivar Magali Chaabena et Abdelguerfi (2004), affichent une teneur en matière minérale totales inférieure, soit 12% de MS mais dans un autre type de sol.

Selon Jordan et Müller (1980), la variation intra spécifique des teneurs en matières minérales peut être attribuée à la capacité pour chaque cultivar de puiser des nutriments plus ou moins profondément. Alane *et al.* (2020), ont remarqué que les besoins de la plante diminuent puisque les moyennes des sept cultivars passent en 2^e année du stade végétatif, de 8,85% à 7,97% au stade pleine floraison et arrivent au stade sénescence à 6,45%.

La cellulose brute représentant la paroi cellulaire végétale utilisée par les microorganismes du rumen comme source principale des acides gras volatils, elle varie au stade bouton floral de 17,33% chez El Menea à 18,57% noté par Tamentit (Tableau IX). Au stade début floraison, une augmentation en taux de ce paramètre chez les cultivars étudiés est enregistrée sauf pour Tamentit. La teneur ainsi varie de 16,77% noté par Tamentit à 21,82% enregistrée par le cultivar Triade (Tableau XII). La teneur moyenne des deux stades varie de 18,2% inscrit par le cultivar local El Menea à 19,4% noté par le cultivar Mamantana (Tableau XV). La valeur enregistrée par Hadj Omar *et al.* (2018) 22,21% proche de Triade au stade début floraison.

Ainsi, Traore (1998), a constaté que les plantes les moins riches en composants pariétaux dont la richesse en parois totales ont une teneur élevée en MAT.

Ceci est vrai pour les deux cultivars introduits mais insignifiant pour les deux cultivars locaux ce qui présentent les meilleurs profils de dégradabilité. D'après Fonty et Chaucheyras (2007), la teneur en polyosides structuraux varie fortement avec l'espèce botanique, l'âge, les organes et les tissus de la plante.

Jarrige (1988) et Mongeau (2011), notent que la dégradation des glucides pariétaux dans le rumen diminue beaucoup au fur et à mesure que la plante vieillit, elle passe de 80-96% pour un fourrage jeune à 40-50% pour une plante âgée. De même Demarquilly et Andrieu (1988) ajoutent que la teneur en CB de la luzerne passe de 22-25% MS chez une jeune plante à 40-45% MS chez une plante âgée ; alors que la teneur en MAT passe de 20-23% MS à 9-10% MS. Alane *et al.* (2020), affirment sur sept cultivars de luzernes pérennes dont trois locales, le taux de fibre varie au jeune âge entre 21,77%-23,56% pour atteindre 48,76% à la sénescence. L'azote au jeune âge de la plante varie de 14,08-16,91% pour atteindre à la sénescence 6,41%.

3. La digestibilité

Pour réaliser une alimentation en fonction des besoins des animaux, il est important de connaître la valeur alimentaire des fourrages. Celle-ci dépend de la digestibilité, qui selon

Jarrige *et al.* (1995), est l'accessibilité des polymères du fourrage à la colonisation par les microorganismes du rumen. D'après Baumont *et al.* (1999), c'est la capacité d'un aliment ou d'une ration à couvrir les besoins nutritionnels d'un animal.

La méthode de Tiley et Terry (1962) permet d'évaluer le pourcentage de digestibilité de la matière organique des aliments, et d'estimer leur valeur nutritive. Lindberg (1981), a enregistré un coefficient de corrélation de 0,91 entre la méthode *in vivo* et la méthode *in vitro*.

Néanmoins, Istasse *et al.* (1981), inscrivent que c'est une technique qui pose des problèmes de reproductibilité. Chose que nous avons constaté malgré les corrections apportées par le témoin provenant de la digestibilité *in vivo* de Triade. Autrement dit, le premier jus de rumen ne donne pas forcément le même résultat que le deuxième jus de rumen sur les mêmes populations.

La cellulose, principale source d'énergie pour la population microbienne du rumen, augmente avec le stade avancée de la plante (Sheovic, 1979). Pour cette raison, le stade phénologique au moment de la récolte du fourrage est déterminant pour la proportion de la digestibilité et la concentration en protéines (Leussen, 1991).

A cet effet, au stade début floraison, la digestibilité *in vitro* selon la méthode Tilly et Terry (1962) des trois cultivars

parmi les quatre étudiés, est réalisée deux fois dans le temps (cp et cp') sur le même échantillon et pour chaque essai quatre répétitions par cultivar sauf pour la troisième coupe de Tamentit où deux répétitions ont été réalisées. Un total de 52 digestibilités *in vitro* est obtenu qui enregistre une moyenne de 63,29% avec un maximum de 73,80% de digestibilité chez la deuxième coupe du deuxième essai de la population locale Tamentit et un minimum de **52,82%** chez la deuxième coupe du deuxième essai du cultivar italien Triade. L'écart-type de ces 52 moyennes de digestibilité varient entre 0,42 et 4,61, très satisfaisant vu que le jus de rumen ne provient pas d'un même animal.

L'analyse de la variance de 51 digestibilités, avec cp et cp', digestibilité d'un même échantillon ainsi que la moyenne de cp et cp' qui donne 13 valeurs, montrent une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) (Tableau XVI). Ces moyennes varient entre **58,028%** chez la deuxième coupe du deuxième essai de la digestibilité de Triade (Triade DF 2cp') et **69,925%** chez la troisième coupe du deuxième essai de la population locale Tamentit (Tamentit DF 3cp').

La figure (1) montre que les 52 digestibilités réalisées sur les trois cultivars parmi les quatre au stade début floraison forment dix secteurs de digestibilités dont quatre sont

dominants : 59,114%-61,212% ; 61,212%-63,31% ; 63,31%-65,408% ; 65,408%-67,506%. Les plus grandes valeurs de digestibilités occupent une faible tranche dans le diagramme. Celles-ci se trouvent chez la population locale Tamentit et au niveau de ses différents nombre de coupe.

Jarrige (1988) et Mongeau (2011), attestent que la dégradation des glucides pariétaux dans le rumen diminue beaucoup au fur et à mesure que la plante vieillit, elle passe de 80-96% pour un fourrage jeune à 40-50% pour une plante âgée. Nos résultats au stade début floraison dépassent les 50% et se rapprochent de 60%, ce qui est très satisfaisant. En effet, selon Hornick *et al.* (2003) la digestibilité de la matière organique d'un aliment qualifié de bonne valeur alimentaire doit être, égale ou supérieure à 50% après 24 heures d'incubation dans le rumen.

Au stade boutons floraux, l'analyse de la variance des 30 digestibilités *in vitro* réalisées sur les populations locales Tamentit et El Menea montrent une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) (Tableau XVII). La digestibilité moyenne à ce stade est de **67%** avec un maximum de **79,67%** et un minimum de **58,99%**. L'écart-type varie entre 0,479 et 5,94. L'analyse de la variance des moyennes des deux essais de digestibilité réalisées sur le même échantillon (cp et cp') avec un

Tableau XVI. Analyse de la variance des 52 digestibilités *in vitro* des cultivars étudiés et de la moyenne des deux essais au stade début floraison

Populations numéro de coupe et numéro de digestibilité	Nombre de répétition	Moyennes en %	Variances	Ecarts types
Tamentit DF 1cp	4	66,313	5,915	2,432
Tamentit DF 1cp'	4	68,315	21,32	4,617
Tamentit DF 2cp	4	64,603	3,981	1,995
Tamentit DF 2cp'	4	68,603	14,871	3,856
Tamentit DF 3cp	2	66,19	0,72	0,849
Tamentit DF 3cp'	2	69,925	0,174	0,417
Triade DF 1cp	4	65,192	1,14	1,068
Triade DF 1cp'	4	62,117	2,177	1,475
Triade DF 2cp	4	59,523	3,807	1,951
Triade DF 2cp'	4	58,028	12,278	3,504
Mamantana DF 1cp	4	60,028	13,192	3,632
Mamantana DF 1cp'	4	62,1	2,298	1,516
Mamantana DF 2cp	4	60,59	3,341	1,828
Mamantana DF 2cp'	4	(cp et cp') (cp et cp') 59,305	13,013	3,607
Moyenne	52	63,290		4,391
Moyenne maximale		73,80		
Moyenne minimale		52,82		
Analyse univariée DDL	Variance	Chi2	P	Signification
51	19,285	983,535	<0,0001	****
Analyse univariée 13	15,173	197,247	<0,0001	****

DF : début floraison, cp : coupe, DDL : degré de liberté, ***très hautement significative, cp et cp' deux essais de digestibilité *in vitro* du même échantillon.

DDL de 7 montre aussi une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) (Tableau XVII).

La figure (2) montre que les digestibilités moyennes des deux cultivars locaux étudiés au stade boutons floraux forment dix secteurs qui varient entre 62,634%-63,588% et 71,22%-72,174%. Le premier secteur le plus faible regroupe au même temps les

valeurs du cultivar Tamentit et El Menea alors que le deuxième secteur renfermant les fortes valeurs de digestibilité qui se trouvent uniquement chez Tamentit.

Les deux méthodes microbiologiques utilisées par Boudour (2012) enregistrent des valeurs de digestibilité chez 16 cultivars de luzernes pérennes, inférieures à celles obtenues par la méthode chimique, mais comparées

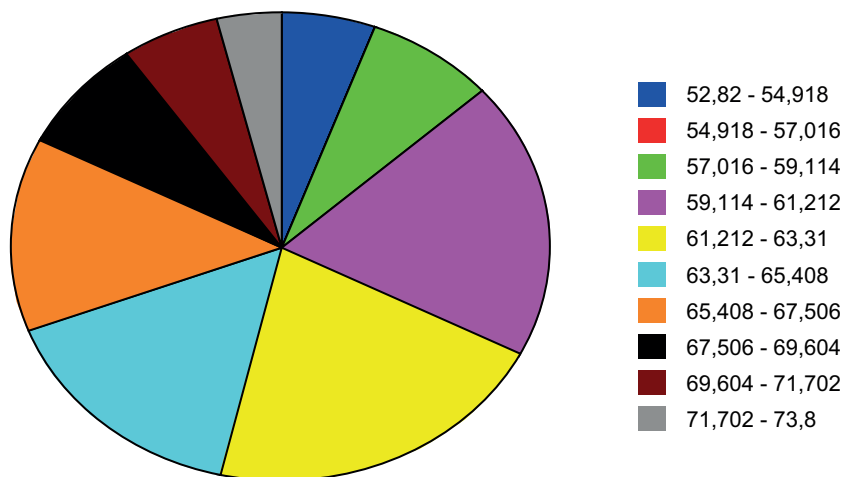


Figure 1. Diagramme en secteur de la digestibilité des quatre cultivars étudiés au stade début floraison.

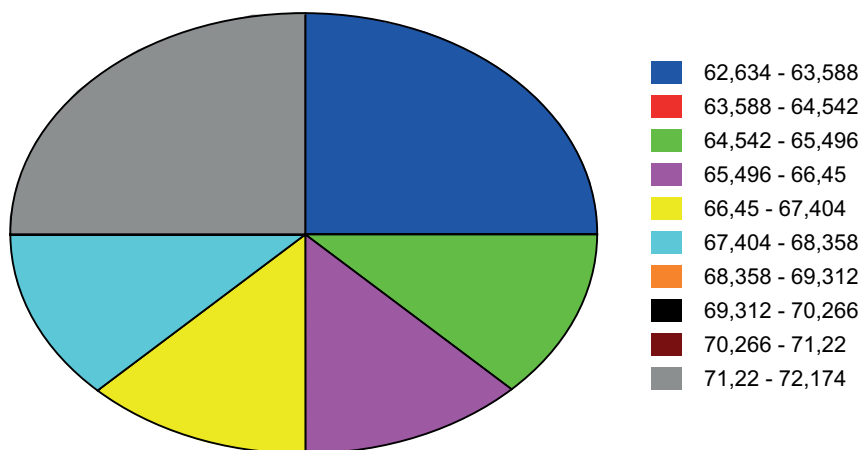


Figure 2. Diagramme en secteur de la digestibilité des deux cultivars locaux étudiés au stade boutons floraux.

entre elles, la méthode de gaz test permet des valeurs plus élevées par rapport à celles de Tiley et Thierry, tout en maintenant le même classement que pour la digestibilité chimique pour la

plupart des cultivars. Mais malgré que la différence soit non significative, nos valeurs se rapprochent de 60% puisque la valeur la plus faible, est de $58,03\% \pm 3,504$ notée par Triade après

Tableau XVII. Analyse de la variance des 30 digestibilités *in vitro* des cultivars étudiés et de la moyenne des deux essais au stade bouton floral.

Populations numéros de coupe et numéro de l'essai	Répétitions	Moyennes	Variances	Ecart types	
Tamentit BF 1cp	4	72,174	26,096	5,108	
Tamentit BF 1cp'	4	66,233	15,044	3,879	
Tamentit BF 2cp	4	67,136	4,878	2,209	
Tamentit BF 2cp'	4	67,989	0,229	0,479	
Tamentit BF 3cp	3	71,88	71,159	8,436	
Tamentit BF 3cp'	3	62,634	35,275	5,939	
El Menea BF 1cp	4	65,257	6,532	2,556	
El Menea BF 2cp	4	62,731	9,476	3,078	
Total	30				
Moyenne		66,99		5,006	
Maximum		79,67			
Minimum		58,991			
Analyse de la variance	DDL	chi2		P	Signification
	29	726,707	25,059	<0,0001	***
Analyse de la variance des essais	7	92,194	13,213	<0,0001	***

BF : bouton floral, cp : coupe, DDL : degré de liberté, *** : très hautement significative, cp et cp' deux essais de digestibilité *in vitro* du même échantillon.

le deuxième essai (DFcp'). La valeur moyenne des 52 digestibilités réalisées au stade début floraison est de 63,29% $\pm 4,391$ inférieure à la moyenne du stade bouton floral 66,99% $\pm 5,00$.

L'analyse de la variance des moyennes des deux essais réalisés sur le même échantillon, montrent une différence très hautement significative pour les deux stades phénologiques de la plante étudiés (Tableaux XVI et XVII). Ceci est probablement dû au jus de rumen et les conditions du biotope des microorganismes conditionné par le type de l'aliment distribué à l'animal qui

varie chaque semaine de prélèvement effectué à l'abattoir d'El Harrach.

En effet, selon Istasse *et al.* (1981), les déterminations "*in vitro*" ne sont pas des techniques absolues comme pourraient l'être les déterminations "*in vivo*". Safietou (1988), ajoute que l'hétérogénéité et les multiples facteurs de variation de l'écosystème du rumen expliquent les difficultés de la mise en œuvre des méthodes biologiques *in vitro* qui utilisent le jus de rumen comme principal milieu d'incubation. C'est pourquoi, selon le même auteur, une description précise et une

standardisation des modes opératoires sont nécessaires.

Les moyennes des digestibilités, des deux stades, bouton floral et début floraison respectivement 66,99%, 63,290%, sont supérieures à la moyenne trouvée par Chibani *et al.* (2010), 61,5% pour un foin et une luzerne déshydratée et au foin de Triade au stade bouton floral trouvé par Alane *et al.* (2016) : **61,37%**.

Cet ordre décroissant de la digestibilité des cultivars étudiés en fonction du nombre de coupe observé peut être expliqué par les raisons suivantes : la composition chimique des cultivars est différente d'une coupe à l'autre, notamment la teneur en matière azotée totale au stade bouton floral ($r=0,200$ non corrélé avec la digestibilité) et au stade début floraison ($r=0,836^*$ est corrélé avec la digestibilité) et en fibre au stade début floraison ($r=-0,712$ non corrélé avec la digestibilité) au stade BF puisque la teneur en cellulose est faible ($r=0,071$ non corrélé avec la digestibilité).

CONCLUSION

Vu l'importance de la prévision de la valeur alimentaire des fourrages en amont de toute étude zootechnique, et afin de promouvoir nos ressources génétiques dans des formules alimentaires en production animale ;

nous avons mené cette étude sur quatre cultivars dont deux locales à deux stades différents : bouton floral et début floraison.

Ils ont offert trois coupes successives en conditions pluviales. Une différence significative entre les paramètres biométriques, agronomiques et chimiques a été observée.

L'effet du nombre de coupe est confirmé sur la qualité fourragère par le paramètre rapport feuille sur tige. Le plus élevé en vert et en sec est enregistré en troisième coupe chez Tamentit (2,07 en vert ; 2,22 en sec) suivi par El Menea (1,79 en vert ; 1,83 en sec). Ceci a permis une faible teneur en fibres et par conséquent une digestibilité élevée, ce qui a été vérifié par la méthode *in vitro*.

Cependant, le rendement fourrager est un paramètre qui attire les éleveurs pour résoudre la disponibilité de l'alimentation de leur cheptel. Celui-ci classe le cultivar italien Triade avec 1372,38 g/m² suivi par le cultivar local El Menea avec 1122,13 g/m².

En conditions pluviales trois coupes par stade sont obtenues, en irrigué la plante ne rentrera pas en dormance estivale ; des fauches seront obtenues et le nombre de coupe par an augmentera.

Les paramètres chimiques analysés, ont montré souvent des différences significatives. Ce qui démontre que certains cultivars sont plus performants que d'autres à différent

stades phénologiques de la plante. Le stade de coupe est le principal facteur de variation, de tous les paramètres chimiques étudiés (matière azotée totale, matière minérale, cellulose brute).

Les mêmes paramètres chimiques ont montré l'intérêt nutritif des cultivars locaux pour les ruminants domestiques et surtout pour leur contenu énergétique et azoté. Ces facteurs enregistrées chez les différents cultivars sont comparables aux résultats de Jarrige (1988) et Mauriès (2003), nous avons obtenus des moyennes aux deux stades phénologiques, bouton floral de : 89,76 ; 17,99% ; 18,70% ; 9,14% respectivement pour la MS, CB, MAT, MM ; au stade début floraison: 88,28% ; 19,53% ; 17,03% ; 8,59% respectivement.

Les deux cultivars locaux El Menea et Tamentit ont présenté des digestibilités supérieures. En effet, Tamentit est le cultivar le mieux métabolisé au stade début floraison avec 69,92% et au stade bouton floral avec 68,01%. Le deuxième cultivar local El Menea au stade BF note 63,99%, ceci concorde avec le paramètre rapport feuille sur tige et la composition chimique.

Selon Demarquilly et Andrieu (1992), les différences de digestibilité entre variétés à l'intérieur d'une même espèce sont très faibles. Cependant, nos cultivars appartenant à la même espèce ont montré une différence hautement

significative et aux deux stades étudiés.

D'après Mc Dowell (1988), le minimum de digestibilité apparente requis pour couvrir les besoins de l'animal est de 42 à 45%, au-dessous de cet intervalle, l'animal commence à perdre du poids. D'après nos résultats, les cultivars analysés présentent des valeurs supérieures à 50% et remplissent donc, largement cette condition.

Les quatre cultivars s'avèrent riches en matières azotées, avec une valeur moyenne de 17,03% au stade début floraison et 18,70% au stade bouton floral. De ce fait, à eux seuls utilisés en alimentation animale peuvent constituer un apport protéique considérable leur présence dans le calendrier fourrager améliorera la qualité de la ration animale. La pérennité de l'espèce assure la durabilité de l'alimentation et de l'élevage.

Références

- Abdelguerfi A. 2002.** Ressources génétiques d'intérêt pastoral et/ou fourrager, distribution et variabilité chez les légumineuses spontanées (*Medicago*, *Trifolium*, *Scorpiurus*, *Hedysarum*, *Onobrychis*) en Algérie. Thèse d'Etat, INA El Harrach. 433 p.
- AFNOR. 1982.** Aliments des animaux. Détermination de la teneur en eau. NF V 18-109, 5 pp.

- Agabriel J. 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux, valeurs des aliments. Edition Quae, Versailles. 310 p.
- Alane F, Bouzidi A, Chabaca R and Abdelguerfi A. 2016.** Morphological and Chemical Characterization of a Variety of *Medicago* (Triade) in Flowering Stage and in Vivo Digestibility of its Hay. Journal of Journal of Animal Nutrition Vol. 1 No. 3 : 15.1
- Alane F., Bouaboub-Moussab K., Chabaca R., Abdelguerfi A. 2017.** « Caractérisation morphologique et chimique des deux luzernes oasiennes (El Ménée, Tamentit) au stade bouton floral et débutfloraison », Actes 5^e Meeting Int. sur l'Aridoculture et les Cultures Oasiennes : biotechnologie végétale en zones arides et oasiennes, Revue des Régions Arides, 43, 215- 225.
- Alane F, Chirane M, Amrouche Z. 2020.** Chemical composition of some Mediterranean cultivars of perennial alfalfa at three different physiological stages. Agrocienca ISSN : 1405-3195.54 (9) 41-60
- Baumont R., Champciaux P., Agabriel J., Andrieu J., Aufrere J., Michalet-Doreau B. et Demarquilly C. 1999.** Une démarche intégrée pour prévoir le valeur des aliments pour ruminants : PrévAlim pour INRAtion Prod. Anim, 12 (3), 183-194.
- Benabderrahim M.A., Haddad M. et Ferchichi A. 2008.** Essai d'adaptation de 16 cultivars de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) dans un système oasien du sud tunisien : Gabes (local) 15 cultivars étrangers. Options méditerranéennes. Serie A N°79. CIHEAM, 419-422.
- Boudour K. 2012.** Contribution à l'étude de la valeur alimentaire de quelques valeurs alimentaire de luzernes pérennes cultivées dans le bas du Chelif. Master, univ de Hassiba Ben Bouali, Chlef. 113 p
- Bourgeois B. 2005.** Culture et utilisation de la luzerne. Pro Conseil, Moudon Association pour le développement de la culture fourragère, domaine de Changins.
- Chaabena A., et Abdelguerfi A. 2001.** Situation de la luzerne pérenne dans le Sahara et comportement de quelques populations locales et variétés introduites dans le sud-est du Sahara Algérien. Revue Options méditerranéennes, série A, n°45 pp 57-60.
- Chaabena A. 2001.** Situation des cultures fourragères dans le Sud-Est Septentrional du Sahara algérien et

caractérisation de quelques variétés introduites et populations sahariennes de la luzerne cultivée. Thèse Magister INA El Harrach. 118 p.

Chaabena A., Abdelguerfi. A et Baameur. M. 2004. Comportement et caractérisation de quelques cultivars de luzerne (*M. sativa* L.) dans la région d'Ouargla. Revue Agricultures 13, 3, 271-276.

Chabouni A., Issolah R., Benabdelkader E., Tahar A. 2019. Comportement de quelques populations oasiennes de luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) dans une zone hyper-aride du sud de l'Algérie. Fourrages (2019) 238, 181-187.

Chibani C., Chabaca R., Boulbourhane D. 2010. Fourrages algériens. 1. Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée, Livestock Research for Rural Development 22 (8) 14 p.

Demarly Y. 1977. Génétique et amélioration des plantes. Ed Masson. 287 p.

Demarquilly C. et Andrieu J. 1988. Les fourrages in Jarrige., 1988 : Alimentation des bovins ovins et caprins. INRA, France, 472 p.

Demarquilly C. et Andrieu J. 1992. Composition chimique et ingestibilité des fourrages européen exploités en vert. INRA Pro Anim, 5 (3), 213-221.

Fonty G. et Chaucheyras-Durand F. 2007. Les écosystèmes digestifs. Ed. Technique et documentation, Paris., 79-94 ; 158-187 ; 204-217 ; 252-265.

Guillemot E. 2016. Luzerne références maladies choisir dans une palette de solutions 114 p.
Eric Guillemot Directeur de Coop de France Déshydratation.

Guines F. 2002. Bases génétiques des variations pour la structure histologique des tiges de luzerne (*Medicago sativa* L.). Thèse de doctorat de l'école nationale supérieure agronomique de Rennes, 88 p.

Hadj-Omar K., Nabil M., Kaidi R., Abdelguerfi A. 2018. Evaluation du rendement et de la composition chimique de plusieurs variétés de luzerne pérenne cultivées en sec et irrigué dans la Mitidja, Revue Agrobiologia, 8 (1), 931-940.

Hireche-Adjal Y. 2006. Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L.) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Thèse Magister Université de Batna. 1-83 et annexe.

Hornick et al. 2003. Nutrition spéciale des ruminants. Service des nutritionnements animales, Université de Liège.

Nutrition animale et bromatologie tropicales, Jean-Luc Hornick, Augustin Akoutey, Louis Istasse. Notes de cours, Service de Nutrition animale, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège". Mise à jour le 2 février 2003 par Jean-Luc Hornick <http://webct.nutrition.be>

Istasse L., Van Eenaeme C., Lambt O., Gilelen M. et Bienfait J.M. 1981. Etude de quelques facteurs de variation de la digestibilité in vitro : application à un foin traité ou non à la soude. Université de Liège. Ann de Zootech, 30 (2), 183-196.

Jarrige R. 1988. Alimentation Bovins, Ovins, Caprins., INRA France. 476.

Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M-H., Journet M. 1995. Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. INRA, Paris. 921 p.

Jordan W.R., et Müller R. 1980. Genetic variability in sorghum root system : implications for drought resistance. In : adaptation of plants to water and high temperature stress. Tuener et kramer Ed ; New York Wiley interscience : 383-399.

Lemaire G., Cruz P., Gosse G., et Chahartier M. 1985. Etude des relations entre la dynamique de prélèvement d'azote et la dynamique de croissance en matière sèche d'un peuplement de luzerne (*Medicago sativa* L.). Agronomie, 5, 685-692.

Lemaire G., et Allirand J.M. 1993. Relation entre croissance et qualité de la luzerne : interaction génotype-mode d'exploitation. Fourrages, 134 : 183-198.

Lemaire G., et Gastal F. 1997. Nuptake and distribution in plant canopies. Pages 3-43 in Lemaire G, ed. Diagnosis of the nitrogen status in crops. Springer-Verlag, Berlin, 3-43, Heidelberg, Germany. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-60684-7_1

Lemaire G., Pflimlin A. 2007. Les sécheresses passées et à venir : quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers. Fourrages 190, 163-180.

Lemaire G. 2006. La luzerne : Productivité et qualité. Workshop International sur la diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications Biotechnologiques, Agronomiques et Environnementales. ITGC, Alger, du 19 au 22 février 2006. 174-182.

Leussen V. 1991. Basic alfalfa germoplasms differ in content of forage. Thèse de doctorat. Institut de biologie Moléculaire et d'ingénierie Génétique 40, Avenue du recteur 86022 Poitiers-crop sc, 31, 293-296.

Lindberg J.E. 1981. The effect of the sample size and the sample structure on the degradation of dry matter, nitrogen and the cell wall in nylon bags. Swedish J of Agric. Research II: 71-81.

MADR. 2019. Statistiques agricoles, superficies et productions série B. 87 p.

Marble V.L. 1993. Des fourrages pour le proche Orient : La luzerne, Etude FAO Production végétale et protection des plantes 97/1, FAO, Rome, 237 p.

Mauriès M. 1994. La luzerne aujourd'hui : vaches laitières, vaches allaitantes, brebis, chevaux, chèvres. Ed. France Agricola. Paris 254 p.

Mc Dowell R.E. 1988. Importance of crop residues for feeding livestock in small holder farming system. Anim. Physio. And Anim. Nutr, 77: 35-43 morphological and anatomical characters for discrimination and verification of some *Medicago sativa* (L.) cultivars, Indian J. Agric. Res. 50 (2), 183-192.

Moawed M. 2016. Evaluation of morphological and anatomical characters for discrimination and verification of some *Medicago sativa* (L.) cultivars, Indian J. Agric. Res. 50 (2), 183-192.

Mongeau. JR. 2011. La valorisation des fibres de la ration. Shur-Gain. Section Lactech, 46-48.

Safietou TF. 1988. Utilisation digestive par les ruminants domestiques de ligneuses fourragères au disponibles Sénégal. ISRA, P.B. 2057. Dakar. HANN. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 44 (3) : 345-354.

Sheovic J. 1979. Prévision de la digestibilité de la matière organique et de la qualité de matière sèche volontairement ingérée des graminées, sur la base de leur composition chimique. Revue Fourrages. (79) : 57-74.

Suttie JM. 2004. Conservation du foin et de la paille pour les petits paysans et pasteurs, Collection FAO n°29, Production végétale et protection des plantes, 301 p.

Thiebeau P., Juste E. et Van loot P. 2001. Filière de Luzerne en France. Des atouts en faveur de l'environnement. Perspectives Agricoles n°66 mars 2001. 32-36.

- Thiébeau P, Pamaudeau V, Guy P. 2003.** Quel avenir pour la luzerne en France et en Europe. Le courrier de l'environnement, n°49, 29-46.
- Tilley J.M et Terry R.A. 1963.** A two – stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18,104-111.
- Tlahig S, Yahia H, Loumerem M. 2017.** Agro-morphological homogeneity of Lucerne (*Medicago sativa* L) conditions of southern Tunisia. J. New Sciences, 37, 2031-2041.
- Traore EH. 1998.** Facteur de variations de la composition chimique et de la digestibilité des ligneux consommés par les ruminants domestiques au sahel. Thèse de doctorat.101, 16-29.