

Production et valeur nutritive de *Medicago arborea* en intercalaire dans un système fourrager pluvial en zone semi-aride méditerranéenne

El Koudrim M.¹, Chriyaa A.¹ et Hilali S.²
mohamed.elkoudrim@inra.ma

1 : Institut National de la Recherche Agronomique – Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settat.

2 : Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université Hassan I, Settat.

Résumé

Dans les zones arides, la production fourragère est limitée à cause des sécheresses fréquentes. Comblen le déficit fourrager dépend de la diversification des ressources alimentaires. *Medicago arborea*, serait une alternative. En fait, l'introduction d'arbustes légumineux dans le système de cultures améliorera les disponibilités fourragères et la fertilité du sol tout en réduisant le potentiel d'érosion. Cela réduirait aussi la pression sur les terrains de pâturage. Cette étude a pour objectifs l'évaluation de la productivité saisonnière en biomasse aérienne, la détermination de la valeur nutritive ainsi que la compréhension des modes d'exploitation de *Medicago arborea*. Deux parcelles ont été plantées à des densités de 250 plants/ha (4m x 10m) pour permettre la mise en place de cultures fourragères intercalaires. A 50 mois d'âge, les plants de *Medicago arborea* ont atteint une hauteur moyenne de 117 cm. La biomasse consommable, par la coupe à 30 cm du sol, a été de 707 g MS/plant, représentant, 46% de sa biomasse aérienne. Cette biomasse est relativement riche en protéines (13.3%), en énergie (0.7 UF/kg MS) et en minéraux (9.2%). Cependant, la chute importante des feuilles, à partir du début de l'été, montre que l'exploitation du feuillage par les animaux devrait avoir lieu avant cette période.

Mots-clés : *Medicago arborea*, arbuste, fourrage, zones arides, alimentation animale.

Production and nutritional value of Medicago arborea in alley cropping in a rain-fed forage system in a semi-arid Mediterranean area

Abstract

In dry areas, forage production is limited due to frequent droughts. Attenuating the fodder deficit depends on the diversification of feed resources. *Medicago arborea* would be an alternative shrub. Also, the introduction of leguminous shrubs into the farming system could improve forage availability and soil fertility while reducing the risk of erosion. It would also reduce the pressure on grazing lands. The objectives of this study are the evaluation of seasonal productivity in terms of above-ground biomass, the determination of nutritional value, and the understanding of the exploitation modes of *Medicago arborea*. Two plots were planted at densities of 250 plants/ha (4m x 10m) to allow the establishment of intercropping forage crops. At 50 months age, the *Medicago arborea* plants reached an average height of 117 cm. The consumable biomass, by cutting at 30 cm from the ground, was 707 g DM / plant, representing 46% of the above-ground biomass. This biomass is relatively rich in protein (13.3%), energy (0.7 UF/kg DM) and minerals (9.2%). However, the significant shedding of leaves from the beginning of summer shows that exploitation of the foliage by animals should take place before this period.

Keywords: *Medicago arborea*, shrub, forage, arid zones, animal nutrition.

الإنتاج والقيمة الغذائية لشجيرة الفصة *Medicago arborea* في نظام الأعلاف البعلية في منطقة البحر الأبيض المتوسط شبه القاحلة.

الكودريم محمد، الشريع عبد الوحيد، هلاي سعيد

ملخص

في المناطق الجافة، يكون إنتاج الأعلاف محدودًا بسبب الجفاف المتكرر. تقلص العجز في الأعلاف يعتمد على تنوع الموارد الغذائية. شجيرة الفصة *Medicago arborea* قد تمثل بديلاً لدى فإدخال الشجيرات البقولية في نظام زراعة المحاصيل سيحسن توفير الموارد الكلبية وخصوبة التربة مع تقليل احتمال التعرية. كما أنه يقلل من الضغط على أراضي الرعي. تتلخص أهداف الدراسة في تقييم إنتاجية شجيرة الفصة الموسمية من الكتلة الحيوية وقيمتها الغذائية وأنماط استغلالها. تم غرس قطعتان من هذه الشجيرة على مساحة واحد هكتار ونصف هكتار بكثافة 10×4 أمتار وذلك للسماح بزراعة محاصيل كلبية بينية. بعد 50 شهراً، وصلت شجيرات الفصة إلى متوسط ارتفاع بلغ 117 سم وبلغت الكتلة الحيوية المستهلكة، من خلال قطعها على علو 30 سم عن سطح الأرض، 707 غرام مادة جافة للشجيرة، وهو ما يمثل 46 % من إجمالي كتلتها الحيوية. هذه الكتلة الحيوية غنية نسبياً بالبروتين (13.3%) والطاقة (0.7 و، ح) والمعادن (9.2%). إلا أن سقوط الأوراق في بداية الصيف يدل على أن استغلال الأوراق من قبل الحيوانات يجب أن يتم قبل هذه الفترة.

الكلمات المفتاح: *Medicago arborea* ، شجيرة ، علف ، مناطق قاحلة ، تغذية الحيوان.

Introduction

Dans les zones arides et semi-arides méditerranéennes la production fourragère est limitée par l'aridité, une réalité qui est à la fois inévitable et imprévisible (De Koning et Duncun, 2000, Chriyaa et El Mzouri, 2002, Lefi *et al.*, 2003). En effet, à cause des sécheresses de plus en plus fréquentes, la population animale dans ces zones connaît des pertes considérables en termes de productivité, principalement à cause du manque de disponibilités alimentaires durant des périodes critiques de l'année, surtout en aliments riches en protéines (De Koning et Duncan, 2000, Klein *et al.*, 2014).

Ainsi, combler le déficit fourrager dépend en grande partie de la diversification des ressources alimentaires et de la disponibilité d'espèces de meilleure tolérance au stress hydrique en particulier. L'exploitation rationnelle de ces zones devra être axée sur la restitution d'un couvert végétal apte à produire même au cours des saisons critiques de sécheresse ou de froid.

Dans ce cadre, la plantation d'arbustes fourragers constitue un élément de stabilité et un moyen efficace pour mitiger les effets de la sécheresse sur les systèmes de production animale (Le Houérou, 2002, Chriyaa et El Mzouri, 2002). Dans le but de diversifier le matériel végétal arbustif, la luzerne arborescente (*Medicago arborea*), spontanée dans le Bassin Méditerranéen (Villax, 1963), et qui est une espèce de haute appétibilité (Otal *et al.*, 1991) et avec un contenu protéique élevé (De Koning et Duncan, 2000), serait une possible alternative. De plus, l'introduction d'arbustes fourragers légumineux de type *Medicago arborea* dans le système de cultures en association avec de l'orge ou des espèces fourragères, réduirait l'impact de telles périodes en améliorant les disponibilités fourragères (Chriyaa et El Mzouri, 2002). Ceci améliorera aussi la stabilité de l'écosystème en améliorant la fertilité du sol et en réduisant le risque d'érosion hydrique et éolienne (De Koning et Duncan, 2000, Dubeux *et al.*, 2019).

La présente étude a pour objectifs d'évaluer la productivité du feuillage du *Medicago arborea* et l'évolution de sa valeur nutritive, de déterminer la fréquence et la hauteur optimale de coupe de l'arbuste, et d'évaluer son potentiel dans un système d'alley-cropping avec des cultures fourragères intercalaires.

Matériel et méthodes

L'étude a été conduite au niveau de la station Aïn Nzagh au sein du centre régional de la recherche agronomique (INRA) de Settat. Cette zone est caractérisée par un climat semi-aride et un sol de type calcimagnésique.

Pour répondre aux objectifs fixés par cette étude, deux parcelles de 1 ha et 0,5 ha ont été plantées en 2012 par *Medicago arborea*. *Medicago arborea* est un arbuste originaire du Bassin Méditerranéen et est spontanée dans le Nord de l'Afrique, en Espagne, Italie, Grèce et Albanie. C'est un arbrisseau légumineux d'un à deux mètres. Sa croissance maximale se situe durant la période froide et pluvieuse (Le Houérou, 2002). L'espèce est rencontrée dans des altitudes de 50 à 400 m et à des précipitations de 350 à 700 mm et peut résister même à des précipitations annuelles de moins de 250 mm (De Koning et Duncan, 2000). Son environnement idéal semble être situé dans le semi-aride à hivers doux à chaud et sur des sols profonds et légers.

Des plants âgés de 6 mois environ ayant une hauteur de 15 à 25 cm (Figure 1) originaires du centre des semences pastorales de Khemis Mettough, ont été installés à une densité de 4m entre les plants et 10m entre les lignes. Les espèces fourragères intercalaires semées entre les lignes d'arbustes sont l'orge et le triticale.



Figure 1 : Plants de *Medicago arborea*

Les mesures effectuées ont concerné la hauteur des plants de *Medicago arborea*, l'estimation de la biomasse aérienne totale de l'arbuste et de la culture fourragère intercalaire, ainsi que l'analyse de la composition chimique du feuillage de *Medicago arborea*.

Afin d'estimer la production de biomasse aérienne totale et consommable au cours de la 5^{ème} année de croissance (50 mois d'âge), 5 plants, pris d'une façon aléatoire, ont été coupés à une hauteur de 30 cm du sol. La hauteur et le diamètre moyens des plants coupés ont été de 119 cm et 118 cm, respectivement.

Après la coupe, le matériel récolté est pesé à l'état frais et ses constituants sont séparés en feuillage, bois, fleurs et gousses. Des échantillons sont prélevés et séchés pour la détermination du taux de la matière sèche et effectuer des analyses chimiques.

La valeur nutritive du feuillage de *Medicago arborea* a été estimée par le calcul de la valeur énergétique, de la teneur en matières azotées digestibles (MAD) et de la digestibilité de la matière organique (d). La valeur énergétique en unité fourragère a été calculée par l'utilisation de l'équation de Breirem (1939) et la teneur en MAD a été estimée par l'équation de Demarquilly et Weiss (1970). Les constituants pariétaux (NDF: Neutral Detergent Fiber ; ADF: Acid Detergent Fiber ; ADL: Acid Detergent Lignin) ont été déterminées par la méthode de Van Soest *et al.* (1991).

Résultats

Conditions climatiques

L'analyse des données pluviométriques montre que la pluie totale reçue durant (2016-17) a été de 178 mm, avec un pic vers fin novembre et un autre moins important vers la mi-février (Figure 2).

Par ailleurs, la comparaison des précipitations pour les cinq dernières campagnes montre que la pluviométrie de la campagne de déroulement de l'étude a été proche de celle de la campagne précédente (193 mm), et inférieure de 32% par rapport à la moyenne des cinq dernières campagnes (Figure 3).

Les premières pluies ont eu lieu vers la mi-octobre. Elles ont initié les semences des cultures d'automne. Mais comme elles étaient suivies par tout un mois sec, les semis ont été ralentis. En effet, les quantités de pluies significatives pour provoquer le semis et la levée des cultures annuelles d'automne n'ont été reçues qu'à la fin du mois de novembre et ont continué jusqu'au 20 décembre.

Et ce n'est qu'à partir de la mi-janvier que le développement des plantes herbacées a permis une couverture végétale relativement importante des terrains cultivés. En fait, les pluies ayant survécu entre la mi-janvier et la fin février ont permis un meilleur développement des espèces végétales herbacées et arbustives.

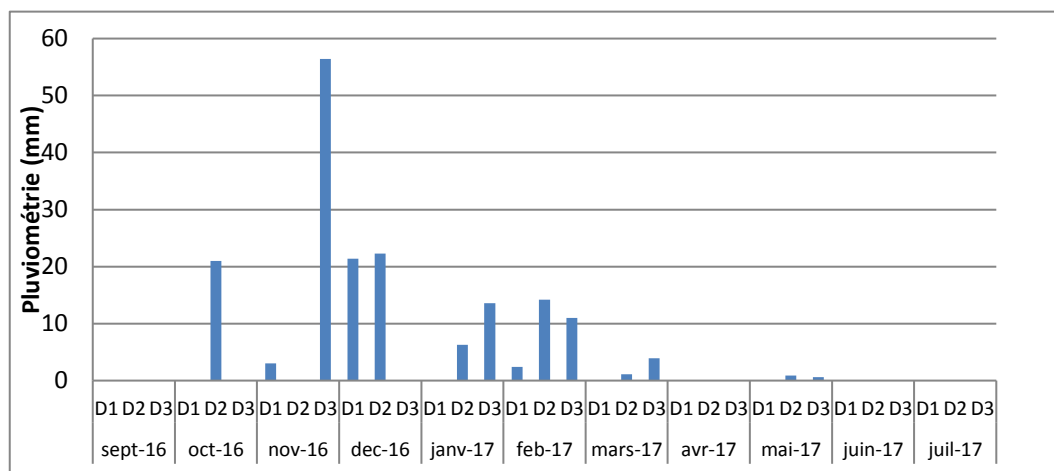


Figure 2 : Pluviométrie reçue à Ain N'zagh, Settat au cours de 2016-17 (DMN,2017)

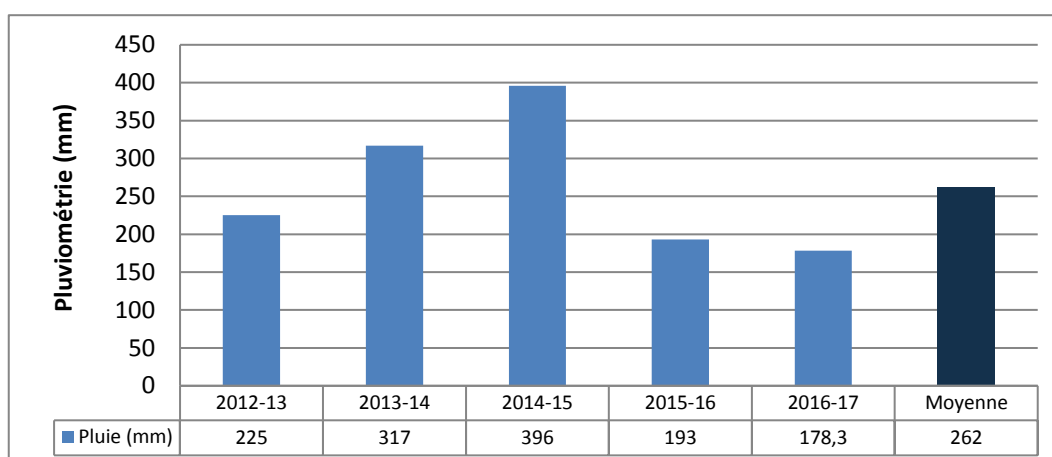


Figure 3: Pluviométrie reçue à Ain N'zagh (Settat) au cours de cinq campagnes (2012-2017)

Production de biomasse de la culture fourragère intercalaire

La détermination de la biomasse de la culture fourragère intercalaire entre les lignes de *Medicago arborea* a été effectuée le 28 avril 2017.

Le rendement global en matière sèche a été de 2928 kg/ha avec des proportions de 47% d'orge et 53% de triticales. On peut, ainsi, constater que la productivité en biomasse est relativement moyenne à bonne, due principalement au retard et à la quantité relativement faible des pluies reçues vers la fin du cycle de croissance. Un tel fourrage pourrait ainsi être pâturé directement au stade approprié, comme il pourrait être coupé et stocké sous forme de foin, et utilisé au moment du besoin, en complément au fourrage fourni par les arbustes fourragers.

Phytomasse aérienne des plants de *Medicago arborea*

Le tableau 1 montre que la biomasse totale moyenne par plant a été de 1622 g de MS pour la coupe de février 2017, variant entre 1100 et 2200 g/plant. Le taux de MS global a été de 37%. La partie consommable (feuillage, gousses) de la biomasse produite a représenté 44%.

Si on considère une densité de plantation de 4m x 10m, soit 250 plants par hectare, cela fournirait à 50 mois d'âge un fourrage supplémentaire de très bonne qualité estimé à plus de 177 kg de MS/ha et qui pourrait atteindre 219 kg MS/ha, avec une quantité plus importante de bois de feu.

Tableau 1 : Constituants des plants de *Medicago arborea* récoltés à 50 mois d'âge

Constituant	Poids frais (g/plant)	%M S	Poids sec (g/plant)			Kg MF/ha *	Kg MS/ha *
			Moyenn e	ET	% du total		
Feuillage	2309	30	688	19	42,4	575	172
Gousses	67	28,4	19	11	1,2	19	5
Bois	1961	47	915	31	56,4	490	230
Biomasse totale	4337	37,4	1622	49	100	1084	407

*Densité: 250 plants/ha ; MF : Matière fraîche ; MS : Matière Sèche ; ET : Ecart type

Teneur du feuillage de *Medicago arborea* en matières minérales

Globalement, le feuillage (feuilles et rameaux tendres, fleurs et gousses) de *Medicago arborea* est relativement riche en éléments minéraux avec une moyenne de 10.1 % de MS (Tableau 2). Elle a varié de 9.7 à 11% de MS. La valeur la plus élevée a été observée pour la coupe de Février 2017, qui a été précédée par plus d'un mois de sécheresse.

Teneur en matières azotées totales

Selon les résultats consignés dans le tableau 2, on constate que la teneur en matière azotée du feuillage présente des variations relativement importantes entre les différentes périodes de coupes. Elle a été en moyenne de 10.7% de MS et a affiché un maximum de 11,8% en Février. Elle semble varier avec la quantité totale et la distribution de la pluviométrie et l'avancé de la saison.

Tableau 2 : Composition chimique du feuillage de *Medicago arborea*

Date	MAT	MM	NDF	ADF	ADL
	%MS	%MS	%MS	%MS	%MS
Déc.2016	10,8	9,7	35,9	23,4	4,4
Févr-17	11,8	11	36,2	22,1	3,9
Mai-17	9,5	9,7	40,6	24,4	5,2
Moyenne	10,7	10,1	37,6	23,3	4,5

MAT= Matières Azotées Totales., MM : Matière minérale,
 NDF: Neutral Detergent Fiber ; ADF: Acid Detergent Fiber ; ADL: Acid Detergent Lignin

Teneurs en fibres

Les teneurs en constituants membranaires sont relativement moyennes à faibles par rapport aux fourrages généralement rencontrés dans les zones arides (Tableau 2). La fraction NDF, représentant le total des parois membranaires, négativement corrélée à la quantité ingérée, a affiché une valeur moyenne de 37,6% MS et a augmenté avec

l'avancement de la saison de croissance de 35,9% MS en Décembre à 40,6% MS en Mai. La fraction ADF, représentant la proportion peu ou pas digestible des parois membranaires, négativement corrélée à la digestibilité, a montré une moyenne de 23,3% et a connu également une légère augmentation avec l'avancement de la saison. La fraction ADL, représentant le constituant indigestible des parois membranaires, a varié entre 3,9% et 5,2% MS entre Février et Mai avec une valeur intermédiaire en Décembre (4,4%) et une moyenne de 4,5% MS.

Estimation de la valeur nutritive du feuillage

Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 3. Il en ressort que le feuillage de *Medicago arborea* récolté dans les conditions agro-climatiques de la Chaouia a une teneur moyenne en MAD de 6.4 et une valeur énergétique moyenne à bonne de 0,7. De même, la digestibilité estimée sur la base des teneurs en fibres et en MAD est moyenne à bonne avec une valeur moyenne de 0,7. Ces valeurs indiquent que ce fourrage serait bien consommé par les ovins.

Tableau 3. L'estimation de la valeur nutritive du feuillage de *Medicago arborea*

Périodes de prélevement	MAT	MAD	MM	MO	d	MOD	MOND	UF /kg MS
déc-16	10,8	6,5	9,7	90,3	0,77	69,53	20,8	0,84
févr-17	11,8	7,4	11	89,0	0,77	68,53	20,5	0,83
mai-17	9,5	5,3	9,7	90,3	0,59	53,28	37,0	0,49
Moyenne	10,7	6,4	10,1	89,9	0,7	63,81	26,1	0,72

UF/kg MS= (2.36 MOD-1.2 MOND) /1650 (Breirem, 1939) ; MAD (gr /kgMS)= 0.9294 MAT-3.52 (Demarquillyet Weiss, 1970) ; MOD (gr /kg MS) : matière organique digestible = MOx d ; MOND (gr /kg MS): matière organique non digestible = MO – MOD ; d : Coefficient de digestibilité Apparente de la MO ; MAD : Matières Azotées Digestibles ; MAT : Matières Azotées Totales.

Appétibilité du feuillage de *Medicago arborea*

Pour ce qui est de l'appétibilité ou la consommation du feuillage de *Medicago arborea* par pâturage direct, nous avons constaté qu'elle dépend du disponible fourrager entre les lignes des plants de *Medicago*. Ainsi, les ovins préfèrent en premier les espèces herbacées. Mais, comme ils se déplacent en continu, de temps à autre, ils appliquent des coups de dents sur les plants de *Medicago*. Toutefois, au fur et à mesure que le disponible herbacé diminue en quantité et en qualité, les animaux reviennent plus fréquemment sur les plants de *Medicago* jusqu'à épuisement de son feuillage.

Hauteur et période de coupe des arbustes

Comme il a été signalé avant, le feuillage du *Medicago arborea* devra être consommé avant l'arrivée de l'été. Cependant lorsque la parcelle plantée est cultivée en intercalaire, les animaux ne peuvent y accéder pour le consommer. Dans ce cas, le feuillage devra être coupé et offert aux animaux en dehors de la parcelle. Ainsi, deux hauteurs de coupe ont été testées (15 et 30 cm du sol). Les données du tableau 4 montrent que le taux de régénération des plants a été très faible pour la coupe à 15 cm du sol, alors que pour la

coupe à 30 cm du sol, il a été de 100% pour les coupes d'automne, hiver et début du printemps, et de 83 à 87% pour les coupes de fin de printemps.

Tableau 4. Période et hauteur de coupe du feuillage de *Medicago arborea*

Période de coupe	Hauteur de coupe (cm)	Nombre des pieds coupés	Nombre des pieds morts	% de régénération	Hauteur moyenne au 22-05-17 (cm)
Mai-2014	15	15	10	33	64
Juin-2014	15	15	12	20	52
Mars-2015	30	15	2	87	67
Mai-2015	30	6	1	83	92
Déc- 2015	30	5	0	100	78
Fév-2016	30	5	0	100	75
Avr-2016	30	5	0	100	67
Fév-17	30	5	0	100	41

Discussion

Notre expérimentation s'est déroulée dans des conditions climatiques déficitaires. Toutefois, les quantités de pluie du mois d'octobre, même faibles, ont provoqué le démarrage du développement et de la croissance des arbustes de *Medicago arborea*.

Medicago arborea a produit une biomasse aérienne non négligeable et de bonne qualité, malgré le retard des pluies et leur faible quantité. Ce fourrage s'ajoute à celui produit par la culture fourragère intercalaire et lui a apporté l'élément qui fait le plus défaut dans les ressources fourragères des zones arides, à savoir l'azote ou matières azotées totales d'un taux moyen de 10.7%. Ce résultat est relativement inférieur, à celui trouvé par Hamdi et collaborateurs en 2019 en Tunisie qui est de 14.4%. De même, dans les Canaries, Ventura et collaborateurs (1999) ont trouvé des valeurs de MAT supérieurs aux nôtres (15.5%).

D'un autre côté, *Medicago arborea* présente un taux de la matière minérale relativement important et des taux des constituants pariétaux faibles, ce qui concorde avec les résultats rapportés dans la littérature (Hamdi *et al.* 2019, Ventura *et al.* 1999). Néanmoins, les plantations de *Medicago arborea* en alley cropping nécessitent une gestion bien raisonnée. En effet, la période d'occupation des parcelles par les cultures intercalaires coïncide avec la période optimale d'exploitation de l'arbuste, ce qui nécessite de couper l'arbuste et de le distribuer aux animaux à l'auge. La hauteur de coupe de 30 cm a permis une meilleure régénération de l'arbuste et une bonne qualité du fourrage. Concernant ce dernier paramètre, Al Masri (2013) a conclu que la coupe des plants de *Medicago arborea* à une hauteur de 25 cm donne un fourrage de bonne qualité par rapport à 50 cm.

La valeur nutritive des feuilles de *Medicago arborea* dans les conditions de notre recherche s'est avérée moyenne à bonne avec un taux de MAT moyenne de 10.7% et une digestibilité de 70% en moyen. Ces résultats sont faibles par rapport à ceux trouvés par De Koning et Duncan (2000), en zones à faible pluviométrie de l'Australie pour la

MAT, mais restent proches en ce qui concerne la digestibilité, les valeurs qu'ils ont trouvées pour ces deux paramètres sont respectivement de 20% et 79%.

Par ailleurs, il est à noter que le ralentissement de la croissance et du développement des plants de *Medicago arborea* à partir du début de l'été est accompagné d'une chute des feuilles, confirmant le caractère de croissance hivernale et printanière de cette espèce. Cette chute de feuilles est attribuée à une sénescence foliaire plus élevée pendant la maturité des graines (Lefi *et al.* 2003). Ce fait pourrait être un indicateur de la période optimale d'exploitation du feuillage de *Medicago arborea* que ce soit par pâturage direct ou par coupe et affouragement à l'auge. D'ailleurs, Al Masri (2013) a montré que la valeur nutritive de *Medicago arborea* diminue considérablement à la fin de l'été et au milieu de l'automne par rapport à l'hiver et au printemps. La longueur de cette période dépendrait de la date d'arrêt des dernières pluies. Mais, elle ne devrait pas s'étendre au-delà du printemps.

Mais, si les feuilles qui tombent sur le sol sont perdues comme fourrage, elles constituent, néanmoins, un apport organique qui contribuerait à l'amélioration des caractéristiques physiques et chimiques du sol.

Etant donné que le feuillage de *Medicago arborea* est épuisé assez tôt soit par pâturage/coupe ou par chute des feuilles, la plantation dans des parcelles juxtaposées ou dans la même parcelle d'arbustes à croissance estivale, comme *Atriplex nummularia*, pourrait constituer une alternative qui fournirait aux animaux du fourrage supplémentaire en été et en automne. En plus, cette utilisation mixte de *Medicago arborea* et d'*Atriplex nummularia*, pourrait être une technique agricole bio-saline prometteuse pour mettre en valeur les sols affectés par la salinisation (Kurdali, 2010).

Conclusion et recommandations

Les résultats de ce travail indiquent que la luzerne arborescente (*Medicago arborea*) pourrait constituer une alternative pour l'amélioration des disponibilités alimentaires des animaux dans les zones agropastorales à faible pluviométrie.

En effet, dans ces zones, où la pluviométrie tend vers la diminution et la période de croissance tend vers le rétrécissement entre fin automne et début printemps, les ovins n'ont accès à du fourrage vert, généralement disponible sur les terres de pâturage ou en jachère, qu'après l'arrivée de pluies significatives (vers fin décembre) et jusqu'au début du printemps. Avant cette période, les brebis sont en fin gestation - début lactation, et donc ayant des besoins élevés en nutriments. Elles peuvent ainsi consommer le feuillage de *Medicago arborea* coupé et distribué à l'auge, comme supplément de bonne qualité.

Par la suite et à partir du début printemps, les brebis entament leur nouveau cycle de reproduction. Elles doivent ainsi être préparées à la saillie et doivent donc avoir accès à un supplément alimentaire de qualité (flushing). Et puis, vient ensuite la période des saillies durant laquelle les brebis auraient besoin d'une alimentation de qualité pour améliorer leurs performances de reproduction. Durant toutes ces phases, le feuillage de *Medicago arborea* pourrait constituer un fourrage d'appoint de très bonne qualité.

Références bibliographiques

- Al-Masri M. R., (2013). An *in vitro* nutritive evaluation of *Medicago arborea* as affected by growth stage and cutting regimen. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 25, Number 5, May 2013.
- Breirem, K. (1939). Der Energieumsatz bei den Schweinen. *Tierernahrung*, 11, 487-528. Cité dans : NAGGAR Mustapha. 1993. Place des Arbustes Fourragers dans les Aménagements Sylvo-Pastoraux : Cas de l'arbuste *Chamaecytisus albidus* dans les parcours du Sahel des Doukkala et du Nord d'Abda (Province d'El Jadida et Safi - Maroc). *Forêt Méditerranéenne* t. XIV, n° 3, juillet 1993. p. 256-264.
- Chriyaa A. et El Mzouri E., (2002). Introduction des arbustes fourragers dans les systèmes de production en zones à faible pluviométrie. 1th meeting of the Mediterranean Forage Resources Sub-network of the FAO-CIHEAM inter-Regional cooperative research and Development Network on pastures and fodder Crops. Djerba, Tunisia. Vol. 62.
- De Koning C.T. and Duncan A.J. (2000). *Medicago arborea* - a leguminous fodder shrub for low rainfall farming systems. In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000. Cahiers Options Méditerranéennes : volume 45. p. 435-438
- Demarquilly C. et Weiss Ph. (1970). Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. S.E.I., étude n° 42. INRA Publications, 78000 Versailles. 65 p.
- DMN, 2017. Données climatiques de la zone de Aïn Nzagh – Settat.
- Dubeux José C.B., Jr., Mércia V.F. dos Santos, Alexandre C.L. de Mello, Márcio V. da Cunha, Valéria X. de O. Apolinário and Hugo de B. Lima. (2019). Multiple ecosystem services of arboreal legumes. *The journal of the International Legume Society*. Issue 17. p. 10-12.
- FawazKurdali (2010). Growth and N₂ fixation in mixed cropping of *Medicago arborea* and *Atriplex halimus* grown on a salt-affected soil using a 15N tracer technique, *Journal of Plant Interactions*, 5:1. p. 37-44.
- Hamdi H., Majdoub-Mathlouthi L., Kraiem K. (2019). Caractéristiques floristiques d'un parcours naturel amélioré par le *Medicago arborea* dans le semi-aride de la Tunisie. Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique, BP 47, 4042 Chott-Mariem, Sousse, Tunisie. <https://www.researchgate.net/publication/334446171>.
- klein, Rippstein G, Huguenin J, Guerin H et Louppe D. (2014). Les cultures fourragères. Library.oapen.org.
- Lefi E., Gulõas J., Cifre J., Ben Younes M. and Medrano H. (2003). Drought effects on the dynamics of leaf production and senescence in fieldgrown *Medicago arborea* and *Medicago citrina*. *Ann. appl. Biol.* (2004), 144. p. 169-176.
- Le Houérou H.N. (2002). Multipurpose germplasm of foddershubs and trees for the rehabilitation of arid and semiarid land in the Mediterranean isoclimatic zone. *Options Méditerranéennes*, 37. p. 1-118
- Otal J., Correal E., Belmonte C. (1991). Variaciones estacionales de la palatabilidad y consumo por el ganado ovino de diversos arbustos forrajeros preseleccionados en el S.E. español. XXXI Reunion Científica de la SEEP, Murcia, España. p. 353-357.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., and Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74. p. 3583-3597.

Ventura M.R., Flores M.P., Castañón J.I.R. (1999). Nutritive value of forage shrubs: *Bituminaria bituminosa*, *Acacia salicina* and *Medicago arborea*. In Etienne M. (ed.). Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems Zaragoza : CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes 39. p. 171-173.

Villax E.J. (1963). La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale. Les cahiers de la recherche agronomique, no 17, INRA, Rabat. 630p.