

Le pâturage estival de la vesce sèche sous agriculture de conservation en Tunisie : une alternative avantageuse au régime commercial et aux chaumes de céréales chez les ovins

S. Abidi¹, S. Benyoussef¹, H. Ben Salem¹

Les ressources naturelles en eau et en sol sont soumises à une forte pression imposée par l'intensification de l'agriculture, pour surmonter les demandes croissantes en nourriture par les populations. Ainsi, il est urgent d'inverser la dégradation des sols et d'améliorer leur productivité. L'agriculture de conservation (AC) pourrait l'améliorer. Cependant, le pâturage des résidus est l'une des principales contraintes à l'adoption de l'AC en Tunisie. Le pâturage estival de la vesce entière sèche, qui est une pratique très rare, pourrait être une alternative prometteuse et à moindre coût au pâturage des chaumes d'orge et au régime commercial tout en permettant l'amélioration du potentiel agronomique du sol.

RESUME

Actuellement, il est urgent d'inverser la dégradation des sols et d'améliorer la productivité. L'agriculture de conservation pourrait améliorer la fertilité du sol. Cependant, le pâturage des chaumes est l'une des principales contraintes à l'adoption de l'agriculture de conservation en Tunisie. L'objectif de cet essai est de montrer l'intérêt de la vesce pâturée en été comme alternative au pâturage des chaumes d'orge et au régime commercial. A cet effet, 30 agneaux (7 mois, 22,4±0,7 kg) ont été divisés en trois groupes recevant l'un des traitements suivants : T1 - pâturage de la vesce matin (3 h) et soir (2 h), T2 (régime commercial) - foin d'avoine à volonté + 600 g de concentré commercial, T3 (pratique commune) - pâturage des chaumes d'orge matin (pendant 3 h) et soir (pendant 2 h). Une charge animale de 20 agneaux/ha a été utilisée et calculée sur la base du rendement initial et d'une ingestion journalière moyenne de 1,5 kg MS/jour. Les animaux ont pâturé la vesce sèche et les chaumes d'orge pendant 60 jours. Au bout d'un mois, les agneaux sur chaumes sont complétés avec de l'orge en grain. La biomasse, la valeur nutritive et la croissance animale ont été évaluées toutes les deux semaines. Le comportement animal, l'ingestion et la fermentation ont été étudiés. L'étude du comportement a montré que les animaux sur vesce passent plus de temps à se nourrir que ceux mis sur chaumes et moins de temps à marcher. La biomasse de la vesce a chuté de 6,7 à 2,9 tMS/ha. La teneur en Matière Azotée Totale était la plus élevée chez la vesce. L'ingestion comparable pour T1 et T2, demeure plus élevée par rapport à celle de T3. La digestibilité était la plus élevée pour T2. Le gain moyen quotidien (GMQ) a été similaire pour les deux premiers groupes et trois fois supérieur à celui du T3. Le pâturage de la vesce semble être une alternative prometteuse et moins coûteuse aux chaumes de céréales et au régime commercial.

SUMMARY

Summer grazing of dry vetch under conservation agriculture in Tunisia: a beneficial alternative to commercial diet and cereal stubble in sheep farming.

Currently, there is an urgent need to invert soil degradation and improve productivity. Conservation agriculture could improve soil fertility. However, in Tunisia, stubble grazing is one of the main constraints to the adoption of conservation agriculture. The objective of this trial is to show the interest of vetch grazed in summer as an alternative to barley stubble grazing and commercial diet. To this end, 30 lambs (7-month-old, 22.4±0.7 kg) were divided into three groups receiving one of the following treatments: T1 - vetch grazing morning (during 3 h) and evening (during 2 h), T2 (commercial diet) – oat hay ad libitum + 600 g commercial concentrate, T3 (common practice) - barley stubble grazing morning (during 3 h) and evening (during 2 h).

A stocking rate of 20 lambs/ha was used and calculated based on the initial yield and an average daily intake of 1.5 kg DM/day. Animals grazed dry vetch and barley stubble for 60 days. After one month, lambs on stubble were supplemented with grain barley. Biomass, nutritive value and animal growth were evaluated every two weeks. Animal behaviour, intake and fermentation were studied. The behavioural study showed that animals on vetch spent more time feeding than those on stubble and less time walking. Vetch biomass dropped from 6.7 to 2.9 TDM/ha. TNM content was highest in vetch. Though intake was comparable for T1 and T2, it remained higher compared to T3. Digestibility was the highest for T2. Average daily gain (ADG) was similar for the first two groups and three times higher than T3. Thus, vetch grazing appears to be a promising and less expensive alternative to grain stubble and commercial diets.

AUTEURS

1 : Laboratoire des Productions Animale et Fourragère, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT), Université de Carthage, rue Hédi Karray, 1004, EL-Menzah, Tunisia ; sourour.abidi@yahoo.fr

MOTS-CLES : Pâturage estival, vesce, agriculture de conservation, chaumes, ovins, comportement, Gain Moyen Quotidien (GMQ).

KEY-WORDS : Summer grazing, vetch, conservation agriculture, stubble, sheep, behaviour, Average Daily Gain (ADG).

REFERENCE DE L'ARTICLE: Abidi S., Benyoussef S., Ben Salem H., (2021). « Le pâturage estival de la vesce sèche sous agriculture de conservation en Tunisie : une alternative avantageuse au régime commercial et aux chaumes de céréales chez les ovins », Fourrages, 246, 67-73

La pression démographique et la pression de plus en plus importante sur la terre et l'eau aggravent la dégradation des sols agricoles. Cette situation est exacerbée par les impacts de la variabilité et du changement climatique. Dans ce contexte, la région de l'Afrique du Nord sera confrontée à une augmentation de la température, à une baisse des précipitations et à une plus grande récurrence des événements extrêmes (épisodes de sécheresse, inondations). La durabilité et la résilience des systèmes agricoles seront ainsi compromises. Inverser la dégradation des sols et produire de la nourriture avec un minimum d'intrants, principalement l'eau, font partie des atouts de l'agriculture de conservation (AC), qui est basée sur un zéro labour ou la perturbation minimale du sol, la couverture permanente du sol et la diversification des cultures (Kassam et Friedrich, 2012). Des rotations de cultures appropriées améliorent la productivité agricole, l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la santé des sols (Farouq *et al.*, 2015). Les avantages de l'adoption de l'agriculture de conservation ont été démontrés dans de nombreux pays, dont l'Australie, le Brésil, le Canada et les États-Unis. La couche permanente de résidus de surface réduit la température et l'évaporation du sol (Sommer *et al.*, 2012) et constitue une barrière contre le ruissellement et l'érosion. Cependant, la monoculture, principalement les cultures céréalières, couplée au surpâturage des chaumes par le bétail sont classés parmi les principaux obstacles à une large adoption de l'AC en Tunisie et en Afrique du Nord (Angar *et al.*, 2012; Cheikh *et al.*, 2016). Les systèmes agricoles mixtes, caractérisés par l'intégration de l'élevage et des céréalicultures, prédominent dans ces régions semi-arides. Les céréales couvrent une grande partie des besoins des animaux tout au long de l'année (céréales et paille pendant la saison hivernale et pâturage des chaumes pendant la saison estivale). Le rôle important des résidus de récolte dans le système de culture-élevage traditionnel doit être pris en compte lors de la conversion vers l'AC. Il convient de définir des compromis entre le besoin d'assurer la couverture permanente du sol et la consommation des chaumes par les animaux d'élevage. Augmenter les disponibilités en ressources fourragères pâturées ou stockées serait une solution pour réaliser de tels compromis. Les légumineuses fourragères auraient un impact positif sur les performances des moutons aussi bien que sur la fertilité des sols (Atta-Krah, 1990; Kang, 1997). La vesce commune (*Vicia sativa* L.) est une légumineuse fourragère annuelle, très nutritive, versatile et native de la Tunisie où elle est très bien adaptée à ses conditions édapho-climatiques. Elle peut par conséquent être considérée comme une option fourragère prometteuse pour fournir un fourrage de qualité aux moutons, améliorer la fertilité des sols et le rendement des céréales quand introduite dans la rotation des cultures. La vesce est couramment utilisée sous forme de foin ou d'ensilage, en culture seule ou associée à une céréale (Berhane et Eirk, 2006; Keles et Demirci, 2011). Cette

légumineuse peut également être pâturée au printemps (Haddad, 2006; Abd El-Moneim et Ryan, 2004). La paille de la vesce est utilisée comme complément protéique ou pour remplacer la paille de céréales de mauvaise qualité (Abd El-Moneim et Ryan, 2004; Lopez *et al.*, 2005). Cette paille de légumineuse est plus riche en énergie digestible et en protéines brutes que les pailles de céréales (Hadjipanayiotou, 1997; Haddad et Husein, 2001). Cependant, le pâturage de la vesce sèche plante entière pendant la saison estivale est une pratique rare. C'est dans cet objectif que la présente étude vise à tester l'hypothèse selon laquelle le pâturage de la vesce sèche est une alternative au pâturage des chaumes d'orge et au régime commercial d'engraissement, pouvant fournir ainsi un fourrage estival de haute qualité et moins coûteux aux moutons à l'engraissement sous un système basé sur l'agriculture de conservation.

1. Matériel et méthodes

1.1. Protocole expérimental

L'expérience de pâturage a été réalisée au sein de la station expérimentale de Bourabia de l'INRAT, pendant les mois d'été, après la récolte de l'orge. Cette expérience a duré deux mois et a commencé mi-juin au stade de maturité physiologique des graines de vesce commune de variété commerciale Mghila. Trente agneaux de race Barbarine ayant un poids moyen de 22,5 kg ± 1,47, âgés en moyenne de 7 mois composent cet essai. Les animaux ont été pesés à jeun, puis répartis en 3 lots homogènes de 10 agneaux chacun. Chaque groupe a reçu l'un des traitements suivants :

- T1 : pâturage de vesce le matin (3 h) et le soir (2 h),
- T2 (régime commercial) : foin d'avoine à volonté + 600 g de concentré commercial,
- T3 : pâturage des chaumes d'orge : le matin (3 h) et le soir (2 h).

Le troisième groupe (T3) a été supplémenté par 400 g d'orge en grains à partir du début du deuxième mois de pâturage pour prévenir une perte de poids. Les agneaux du groupe T2 ont été placés dans des boxes individuels. Quant à l'eau, elle était disponible en continue pour les 3 lots.

Une charge animale de 20 agneaux/ha a été utilisée et calculée sur la base du rendement initial de la biomasse, et d'une ingestion journalière moyenne de 1,5 kgMS/agneau/jour. Les agneaux ont subi une période d'adaptation de 10 jours aux régimes avant d'entamer une période de mesure.

Les animaux ont pâturé la vesce sèche (plante entière, gousses comprises) et les chaumes d'orge pendant 60 jours. Tout au long de la période de pâturage, la biomasse des résidus et de la vesce, de même que leurs valeurs nutritionnelles ont été évaluées toutes les deux semaines. Le rendement de la biomasse a été estimé en récoltant 6 quadras de 1 m² répartis au

hasard dans chaque parcelle correspondante. Dans chaque quadra, on a prélevé un sous-échantillon de 500 g qu'on a séché dans un four ventilé à 70 °C pendant 48 h pour déterminer sa teneur en matière sèche et un autre sous-échantillon qu'on a séché à 50 °C puis broyé à travers un tamis de 1 mm et stocké au froid (+4°C) pour une analyse chimique approfondie ultérieure. Seuls les échantillons de la vesce et des chaumes de céréales collectés au début et à la fin de l'expérience ont été utilisés pour déterminer leurs compositions chimiques et les proportions des épis et des grains.

Le comportement des animaux a été étudié au début, au milieu et à la fin de la période de pâturage. Six agneaux de chaque groupe choisis au hasard ont été marqués sur le dos avec différentes couleurs de peinture pour faciliter le suivi comportemental pendant le pâturage, lequel a été effectué par un observateur qualifié pendant 30 minutes pour chaque période de pâturage (c'est-à-dire observation des agneaux au pâturage le matin ou le soir). Le temps d'activité enregistré correspond à i) le temps d'ingestion (brouillage, morsure et consommation), ii) le temps de repos (temps d'immobilité au pâturage) et iii) le temps de déplacement (temps de marche).

L'ingestion volontaire au pâturage a été déterminée par la méthode du hand-plucking de Le Du et Penning, (1982) pour les groupes T1 et T3 pendant six jours consécutifs. Pour le deuxième groupe, les quantités d'aliments distribuées et refusées ont été pesées pour déterminer les quantités ingérées. Tous les animaux ont été pesés à jeun, toutes les deux semaines.

Au milieu de l'expérience, le jus de rumen de tous les animaux a été recueilli, individuellement, à jeun (0 h) puis 3 h après la distribution des repas du matin en utilisant un tuyau stomacal flexible (diamètre 1 cm) et une seringue de capacité 150 ml pour déterminer les gaz produits. Le pH des jus de chaque animal a été immédiatement mesuré et un échantillon (0.5 ml) a été ajouté à 0.5 ml d'une solution fixatrice puis conservé à 4°C pour le dénombrement des protozoaires. Après filtration du reste du jus, 1 ml a été acidifié avec 3 gouttes d'acide sulfurique concentré puis congelé jusqu'au dosage de l'azote ammoniacal.

1.2. Analyses de laboratoire

Tous les échantillons d'aliments (vesce en plante entière, chaumes, foin et concentré) ont été analysés pour leurs teneurs en matière sèche (MS), matière organique (MO) et en matières azotées totales (MAT) selon les procédures de l'AOAC, (1984). Ils ont été aussi analysés pour leurs teneurs en NDF (Neutral Detergent Fibres) selon la méthode décrite par Van Soest *et al.*, (1991). La production de gaz a été mesurée selon le protocole de Menke et Steingass, (1988), en utilisant 200 mg d'échantillon et un inoculum extrait de deux agneaux barbares recevant 0,5 kg de concentré et de foin d'orge à volonté mélangé à une solution tampon

placée dans des seringues en verre. Les seringues ont été placées dans une étuve à 39°C. Le volume de gaz produit après 24 h d'incubation (GP) a été déterminé en fonction du déplacement du piston. Le comptage des protozoaires dans le rumen a été fait à l'aide de la cellule de Thoma, composée de deux chambres séparées permettant deux lectures à la fois. Le dosage de l'ammoniac a été réalisé selon la méthode de Weatherburn, (1967).

1.3. Analyse statistique

L'énergie métabolisable (EM) et la digestibilité de la matière organique (DMO) des fourrages ont été calculées selon Menke et Steingass, (1988):

$$EM \text{ (MJ / Kg MS)} = 2,2 + 0,1357 \text{ GP} + 0,0057 \text{ MAT} + 0,0002859 \text{ (MAT)}^2.$$

$$DMO \text{ (\%)} = 15,38 + (0,8453 * \text{GP}) + (0,0595 * \text{MAT}) + (0,0675 * \text{MM})$$

Où: GP est le gaz produit après 24 h d'incubation, MAT est la teneur en matières azotées totales et MM est la teneur en matière minérale.

Le gain quotidien moyen a été calculé pour chaque agneau en utilisant une analyse de régression de poids corporel en fonction du temps.

Les données enregistrées ont été soumises à une analyse de la variance en utilisant la procédure GLM du logiciel SAS (SAS, 1991) pour évaluer l'effet des régimes selon le modèle suivant : $Y_i = \mu + R_j + e_i$. Avec : μ est la moyenne générale, R_j l'effet du $i^{\text{ème}}$ régime ($j = 1, 2$ ou 3), e_i l'erreur résiduelle.

La procédure LSMEANS a été utilisée pour analyser la signification des différences entre les effets moyens des régimes au seuil de 5 %. La comparaison des moyennes a été réalisée à l'aide du test LSMEANS (SAS, 1991).

2. Résultats

2.1. Évolution de la biomasse et des teneurs en protéines

La biomasse initiale de la vesce était en moyenne de 6,7 t MS/ha à la maturité des graines. Au cours de la période de pâturage, la biomasse de la vesce est passée à 2,9 t MS/ha. À la fin de la période de pâturage, la vesce contient toujours des graines alors qu'au niveau des chaumes d'orge, les épis ont totalement disparu. Son contenu représentait 5 % du contenu initial de la vesce. Au début du pâturage, la teneur en MAT de la vesce était 2,7 fois plus élevée que celle des chaumes d'orge. À la fin, les deux ressources ont vu leur teneur drastiquement chuter (Tableau 1).

	Biomasse t MS/ha	Epis Kg/ha	Graines Kg/ha	MAT % MS
Début de pâturage				
Vesce	6,7	--	1501	16,1
Chaumes d'orge	4,6	162	--	6,2
Fin de pâturage				
Vesce	2,9	--	72	7,9
Chaumes	2,1	0	--	3,5

TABLEAU 1 : Evolution de la biomasse et du contenu en MAT de la vesce et des chaumes

Table 1 : Evolution of biomass and CP content of vetch and stubble

2.2. Evolution de la composition chimique, de l'énergie métabolisable et de la digestibilité de la matière organique

Le tableau 2 montre une grande variation de la composition chimique de la vesce pendant la période de pâturage contrairement aux chaumes d'orge. Au début du pâturage, la vesce a présenté la teneur la plus élevée en MAT (16,1 %) et en EM (12,9 MJ/kg de MS). A la fin de la période de pâturage, ces niveaux ont considérablement diminué. Alors que le contenu en MS, MO et en fibres n'a pas beaucoup été affecté. La digestibilité de la MO de la vesce et des chaumes a montré la même tendance ; relativement élevée au début et plus faible à la fin du pâturage.

	MS (%)	MO	MAT	NDF	EM (MJ/kg MS)	DMO (%)
Chaumes, début	90,0	87,1	6,2	74,2	6,8	48,4
Chaumes, fin	84,5	81,1	3,5	75,2	5,8	46,3
Vesce, début	82,1	86,3	16,1	48,5	12,9	55,3
Vesce, fin	87,5	82,3	7,9	44,2	7,4	44,2
Foin d'avoine	92,9	91,5	7,8	67,3	8	51,3
Concentré	92,4	96,1	14,7	41,6	11,31	62,3

TABLEAU 2 : Composition chimique (% MS), énergie métabolisable (EM) et digestibilité *in vitro* de la matière organique (DMO) des trois régimes alimentaires.

Table 2: Chemical composition (% DM), metabolizable energy (ME), and *in vitro* organic matter digestibility (OMD) of the three diets.

2.3. Comportement animal

Les résultats ont montré un effet significatif des régimes sur le comportement des agneaux (Figure 1). Au début et au milieu de la période de pâturage, les animaux pâturant la vesce passent plus de temps (environ 2 h) à se nourrir ($P < 0,0001$) et moins de temps à marcher (environ 1 h) ($P < 0,0001$) par comparaison à ceux au régime T3 (chaumes d'orge). A la fin de la période de pâturage, le groupe T1 change de comportement et passe moins de temps à consommer de la biomasse (environ 1,5 h).

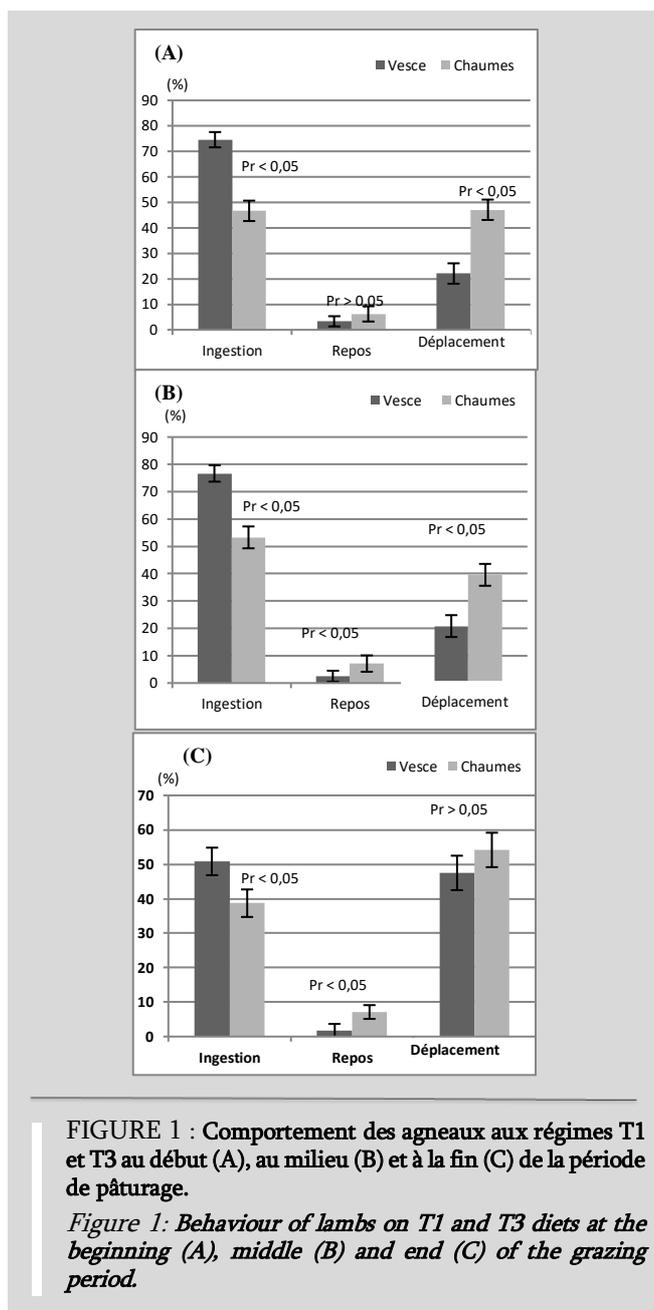


FIGURE 1 : Comportement des agneaux aux régimes T1 et T3 au début (A), au milieu (B) et à la fin (C) de la période de pâturage.

Figure 1: Behaviour of lambs on T1 and T3 diets at the beginning (A), middle (B) and end (C) of the grazing period.

2.4. Ingestion des régimes, évolution du poids vif et gain moyen quotidien (GMQ)

L'ingestion de la MS a été significativement affectée par le régime ($P < 0,0001$, Tableau 3). Elle est similaire chez les agneaux ayant consommé la vesce (T1=101 g/kg PM) et le régime commercial (T2=103 g/kg PM) et significativement plus élevée que celle des agneaux sur chaumes d'orge (T3=80 g/kg PM).

Le poids vif des agneaux du groupe T1 et du groupe T2 suit la même tendance sur la période de croissance (Figure 2). Il augmente de façon linéaire pour atteindre un maximum vers le 20 août. Cependant, le poids corporel des animaux sur chaumes ne montre qu'une faible variation avec le temps.

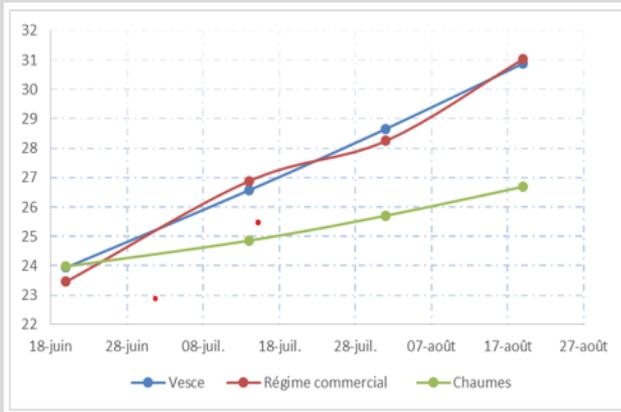


FIGURE 2 : Croissance journalière des agneaux recevant les trois régimes alimentaires
Figure 2 : Daily growth of lambs fed with the three diets.

La croissance journalière (Tableau 3) des agneaux a été similaire pour les deux premiers régimes ($P > 0.05$). Il semble que la vesce a permis des GMQ élevés et significativement comparables à ceux obtenus avec le régime commercial. Toutefois, les agneaux sur chaumes présentent un GMQ significativement plus faible (60 g/j) par rapport aux régimes à base de vesce (154 g/j) et au régime commercial (168 g/j).

	T1	T2	T3	ESM	Pr>F
MSi (g/j)	1211 ^a	1230 ^a	898 ^b	25	<0,0001
MSi (g/Kg PV^{0,75})	101,1 ^a	103,1 ^a	80,1 ^b	2,17	<0,0001
GMQ (g/j)	154 ^a	168 ^a	60 ^b	6,91	<0,0001

T1 : animaux sur vesce, T2 : régime commercial, T3 : animaux sur chaumes, GMQ : Gain Moyen Quotidien
A, B : les moyennes sur la même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0.05$).

TABLEAU 3 : Effet des régimes sur l'ingestion de la matière sèche (MSi) et la croissance journalière (GMQ).
Table 3: Effect of diets on dry matter intake (DMI) and Average Daily Gain (ADG).

2.5. Paramètres de fermentation (pH, NH₃-N, protozoaires)

Les données sur les paramètres de fermentation sont rapportées dans le tableau 4. Les résultats obtenus montrent un effet significatif des régimes sur le pH, l'ammoniac et le nombre de protozoaires. Ces trois paramètres sont initialement (0 h) significativement différents entre les régimes. Les résultats montrent un nombre plus élevé de protozoaires chez les animaux sur les chaumes d'orge par rapport aux autres groupes.

	T1	T2	T3	ESM	Pr>F
pH, 0h	7,19 ^a	6,37 ^b	6,74 ^c	0,09	<0,0001
pH, 3h	6,70 ^a	6,14 ^b	6,20 ^b	0,11	0,0039
NH₃-N, 0h (mg/dl)	20,38 ^a	20,6 ^a	15,88 ^b	1,39	0,0349
NH₃-N, 3h (mg/dl)	24,4	24,8	21,2	2,50	0,8911
Protozoaires, 0h (x10⁵/ml)	1,20 ^a	1,57 ^a	2,81 ^b	0,32	0,0067
Protozoaires, 3h (x10⁵/ml)	1,01 ^a	1,62 ^{ab}	1,85 ^b	0,17	0,0219

T1 : animaux sur vesce, T2 : régime commercial, T3 : animaux sur chaumes, GMQ : Gain Moyen Quotidien
A, B, C : les moyennes sur la même ligne avec des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0.05$).

TABLEAU 4 : Effet des régimes sur les paramètres de fermentation

Table 4: Effect of diets on fermentation parameters

3. Discussion

3.1. Évolution de la biomasse et des teneurs en protéines

Dans cette étude, l'objectif du pâturage de la vesce est de fournir aux moutons en croissance un fourrage de bonne qualité et peu coûteux tout en assurant le compromis entre l'utilisation des chaumes d'orge comme aliment pour les ovins et le besoin de maintenir une couverture du sol allant de pair avec l'un des trois piliers de l'agriculture de conservation. En Afrique du Nord, la vesce commune est de plus en plus utilisée par les agriculteurs. L'importance de cette légumineuse fourragère herbacée est liée à son potentiel de croissance dans les zones arides et semi-arides et surtout à sa haute valeur nutritionnelle à tous les stades de développement (Ates *et al.*, 2013). Le suivi de l'évolution de la biomasse des chaumes d'orge et de la vesce au cours de la période de pâturage a montré un effet significatif du système de pâturage sur la couverture végétale à la fin de l'expérience. La biomasse restante à la fin de la période de pâturage représentait 2,9 t/ha de vesce et 2,1 t/ha de chaumes. La biomasse restante après le pâturage de la vesce correspond au seuil de biomasse minimum approprié recommandé de 3 t de résidus/ha (Ben Said *et al.*, 2011). Cette biomasse résiduelle dans la présente étude est supérieure à celles de l'orge et du blé telles que rapportées par Mrabet *et al.*, (2012) et Ben Said *et al.*, (2011). Cette différence pourrait s'expliquer, en partie, par la faible charge animale que nous avons adoptée.

La teneur en MAT de la vesce (16 g/kg MS) est proche de celle rapportée par Alzueta *et al.*, (2001) qui ont rapporté une teneur en protéine de l'ordre de 18,9 % MS. La concentration en protéines de la vesce sèche demeure supérieure à celle du concentré commercial (14,7 % MS) permettant ainsi de diminuer l'utilisation de concentré et par conséquent, le coût de l'alimentation. Ces résultats montrent que la vesce

commune maintient une teneur élevée en MAT même à un stade avancé (maturité des graines). En effet, les graines représentent environ un cinquième de la biomasse totale de la vesce, ce qui explique le niveau élevé des teneurs en MAT de la vesce qui a diminué progressivement avec la période de pâturage. Cette diminution va de pair avec la disparition progressive des graines ingérées par les moutons et / ou leur chute à même le sol. Cette constatation corrobore celle faite par Rebole *et al.*, (2004). Même en l'absence de graines, la teneur en MAT de la vesce dépasse 70 g/kg MS. Certaines études rapportent une teneur similaire en MAT du foin de vesce (Biondi *et al.*, 2008). Par ailleurs, les chaumes d'orge demeurent pauvres en MAT pendant toute la période de pâturage, ce qui a également été rapporté dans les travaux de Ben Said *et al.*, (2011).

3.2. Comportement animal

L'étude du comportement alimentaire des agneaux au pâturage révèle que les moutons passent plus de temps à consommer la vesce que les chaumes d'orge, cela dénote de sa haute palatabilité. Dumont *et al.*, (2001) sont parvenus à la même conclusion. Ces auteurs rapportent que le comportement alimentaire est décrit par le processus de satiété et de la motivation à l'ingestion, ce qui explique la durée prolongée de l'ingestion de la vesce par rapport aux chaumes d'orge. Ce résultat est, en outre, conforme aux conclusions de Berhane et Eik, (2006) et ceux de Haddad et Hussein, (2001). Ces auteurs ont observé une augmentation de 50 % du temps alloué à l'ingestion de la vesce par rapport à celui des chaumes de blé par les agneaux Awassi en pâturage.

3.3. Paramètres de fermentation

Le pH du rumen, la concentration en azote ammoniacal et le nombre de protozoaires sont des paramètres clés pour étudier la croissance et la fermentation de la microflore. Dans ce travail, les régimes alimentaires ont présenté un effet significatif sur les paramètres de fermentation ruminale. L'évolution du pH ruminal a été décroissante et différente entre les trois groupes. Le pH chez les agneaux broutant uniquement la vesce était le plus élevé et a diminué avec le temps, ce qui concorde avec les résultats de Jouany, (1994).

La concentration de NH₃-N et l'évolution de l'ammonio-genèse ont été plus élevées pour les deux premiers groupes d'animaux par comparaison aux animaux sur chaumes d'orge. La concentration de ce paramètre a augmenté 3 heures après la consommation des régimes. Il est à signaler que les teneurs enregistrées dépassent de loin les seuils avancés par Satter et Slyter, (1974) pour garantir une synthèse efficiente de protéines microbiennes (5-8 mg/100 ml). Ce résultat pourrait s'expliquer par les teneurs élevées en protéines de la vesce et du concentré et de la digestibilité de leurs MO par rapport aux chaumes d'orge.

Le nombre de protozoaires a été significativement affecté par les régimes. Les animaux ayant consommé la vesce et le régime commercial ont un nombre de protozoaires plus faible que celui des animaux sur chaumes d'orge, ce qui peut être lié au contenu en fibres.

La valeur nutritive et les ingestions élevées de la vesce et du régime commercial sont les facteurs clés pour assurer l'amélioration de la croissance des agneaux. Ainsi, le contenu élevé en MAT de la vesce et du régime commercial pourrait avoir un impact positif sur la synthèse des protéines microbiennes, comme cela était avancé par Ibrahim et Tiban, (2003).

Les avantages nutritionnels et les niveaux d'ingestion que présentent la vesce (plante entière sèche) par rapport aux chaumes de céréales, expliquent la différence élevée des croissances journalières entre les agneaux mis sur vesce et ceux sur chaumes d'orge. La croissance enregistrée avec la vesce est similaire à celle obtenue avec le régime commercial. Il est à noter que le coût de production de la viande avec la vesce est de loin inférieur à celui obtenu avec le régime commercial, basé sur le concentré dont les matières premières sont importées à des prix exorbitants, ce qui prouve une efficacité alimentaire plus élevée de la vesce par comparaison aux autres régimes. Ces résultats de croissance corroborent ceux obtenus par Rihaoui *et al.*, (2010), qui signalent une augmentation des GMQ des agneaux broutant la vesce au printemps. Haddad et Hussein, (2001), ont conclu que le gain de poids des brebis nourries à la paille de vesce était plus élevé que celui des brebis nourries à la paille de blé.

Conclusion

Nos résultats montrent que les agneaux pâturant la vesce commune (plante entière sèche) pendant la saison estivale croissent mieux que ceux sur chaumes d'orge. Cette croissance est comparable à celle obtenue avec le régime commercial communément utilisé mais avec un coût moindre. Par conséquent, cette pratique pourrait être recommandée comme une option prometteuse pour produire de bonnes performances animales et en second lieu, pour améliorer la santé du sol (à travers la fixation symbiotique de l'azote et par effet mulching) dans le contexte de l'Agriculture de Conservation dans les zones semi-arides de la Tunisie.

Article accepté pour publication le 05 janvier 2021

Remerciements :

Cette étude a été partiellement financée à travers le projet FIDA-ICARDA-CLCA (Phase 1 - Integrated crop-livestock conservation agriculture for sustainable intensification of cereal-based systems in Central and West Asia and North Africa). Les auteurs tiennent à remercier Melle Khouloud Chetoui, M. Mohamed Taghouti Mme Jamila Ismail, personnel technique au laboratoire des Productions Animales et Fourragères de l'INRAT et les ouvriers de la station expérimentale de Bourbia pour leur contribution à la mise en œuvre de ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abd El-Moneim A.M., Ryan J., (2004). « Forage legumes for dryland agriculture in Central and West Asia and North Africa ». In: Rao, S.C., John Ryan (Eds.), *Challenges and Strategies for Dryland Agriculture*. CSSA Special Publication 32. Crop Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 243–256.
- Alzueta C., Caballero R., Rebole A., Trevino J., Gil A. (2001). « Crude protein fractions in common vetch (*Vicia sativa* L.) fresh forage during pod filling ». *Journal of Animal Science*, 79, 2449–2455.
- Angar H., Maaroufi H., Hannechi M.A., Arfaoui S., Msahli S., Hamdi W., Nciri R., Ben Haj Salah H., (2012). « Adoption of Conservation Agriculture in Tunisia: Approaches and Strategies Implemented ». [www.ctic.org/media/pdf/WCCA/01_Houcine%20Angar\(1\).pdf](http://www.ctic.org/media/pdf/WCCA/01_Houcine%20Angar(1).pdf).
- AOAC, (1984). « Official methods of analysis association official analytical chemists ». Washington, DC, 14th Ed.
- Ates S., Feindel D., El Moneim A., Ryan, J. (2013). « Annual forage legumes in dry land agricultural systems of the West Asia and North Africa Regions: research achievements and future perspective ». *Grass and Forage Science*, 69, 17–31.
- Atta-Krah A.N., (1990). « Alley farming with leucaena: effect of short grazed fallows on soil fertility and crop yields ». *Experimental Agriculture*, 26, 1–10.
- Ben Said S., Mahouachi M., El Ayeb H., Ben Hammouda, M., (2011). « Evolution des caractéristiques des chaumes dans des parcelles conduites en semis direct et pâturées par des ovins », Zaragoza: CIHEAM / FAO / CITA-DGA *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens* ; n. 100.335- 339.
- Berhane G., Eik L.O., (2006). « Effect of vetch (*Vicia sativa*) hay supplementation to Begait and Abergelle goats in northern Ethiopia. I. Milk yield and composition ». *Small Ruminant Research*, 64, 241–246.
- Biondi F., Kozubowski T.J., Panorska A.K., Saito L., (2008). « A new stochastic model of episode peak and duration for eco-hydro-climatic applications ». *Ecological Modelling*, 211, 383–395.
- Cheikh M.H., Annabi M., Benyoussef S., Bahri H., (2016). « L'agriculture de conservation est un système de production permettant d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la fertilité du sol ». *Annales de l'INRA*, 89, 68–71.
- Dumont B., Meuret M., Boissy A., Petit M., (2001). « Le pâturage vu par l'animal : mécanismes comportementaux et applications en élevage ». *Fourrages*, 166, 213–238.
- Farouq M., Siddique H.M., (2015). « Conservation Agriculture: Concepts, Brief History, and Impacts on Agricultural Systems ». *Springer International Publishing*, 661, 3–20.
- Haddad S.G., Husein M.Q., (2001). « Nutritive value of lentil and vetch straws as compared with alfalfa hay and wheat straw for replacement ewe lambs ». *Small Ruminant Research*, 40, 255–260.
- Haddad S.G., (2006). « Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs ». *Livestock Science*, 99, 221–225.
- Hadjipanayiotou M., (1997). « The role of crop residues and agro-industrial by-products in filling the deficit of animal feedstuffs in the Middle East ». Dans: Haddad N, Tutwiler R, Thomson E, *Proceeding of the improvement of crop livestock integration in the Dry Areas of West Asia and North Africa*, Amman Jordan, 372–385.
- Ibrahim A., Tiban I.M., (2003). « Feeding potential of *Faidherbiaalbida* ripe pods for Sudan desert goats ». *Scientific Journal of King Faisal University*, 4, 137–144.
- Jouany J.P., (1994). « Les fermentations dans le rumen et leur optimisation ». *INRA Productions animales*, 7 (3), pp.207–225.
- Kassam A., Friedrich T., (2012). « An ecologically sustainable approach to agricultural production intensification: Global perspectives and developments », *Field Actions Science Reports* [Online], Special Issue 6, 17 April 2012. Available at: <http://factsreports.revues.org/1382>
- Keles G., Demirci U., (2011). « The effect of homo fermentative and hetero fermentative lactic acid bacteria on conservation characteristics of baled triticale–Hungarian vetch silage and lamb performance ». *Animal Feed Science and Technology*, 164, 21–28.
- Le Du Y.L.P., Penning P.D.P., (1982). *Herbage intake handbook*. British Grassland Society, Maidenhead, Berkshire, UK, 150 p.
- Lopez S., Davies D.R., Giraldez F.J., Dhanoa M.S., Dijkstra J., France J., (2005). « Assessment of nutritive value of cereal and legume straws based on chemical composition and in vitro digestibility ». *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1550–1557.
- Menke H.H., Steingass H., (1988). « Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid ». *Animal Research and Development*, 28, 7–55.
- Mrabet R., Moussadek R., Fadlaoui A., Rans E.V., (2012). « Conservation Agriculture in dry areas of Morocco ». *Field Crops Research*, 132, 84–94.
- Rebole A., Alzueta C., Ortiz L.T., Barro C., Rodriguez M.L., Caballero R., (2004). « Yields and chemical composition of different parts of the common vetch at flowering and at two seed filling stages ». *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2, 550–557.
- SAS, (1991). « Users Guide Statistical Analysis Systems Institute », Version 6.10. Inc., Cary, NC USA.
- Satter L. D., Slyter L. L., (1974). « Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro ». *British Journal of Nutrition*, 32, 199–208.
- Sommer R., Piggott C., Feindel D., Ansar M., Van Delden L., Shimonaka K., Abdalla J., Douba O., Estefan G., Haddad A., Haj-Abdo R., Hajdibo A., Hayek P., Khalil Y., Khoder A., Ryan J., (2014). « Effects of zero tillage and residue retention on soil quality in the Mediterranean region of northern Syria ». *Open Journal of Soil Science*, 4, 109–125.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., (1991). « Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition ». *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–97.
- Weatherburn M.W., (1967). « Phenol hypochlorite reaction for determination of ammonia ». *Analytical Chemistry*, 39, 971–974.