

EFFET DE LA SAISON DE TRAITEMENT A L'UREE SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DE LA PAILLE CHEZ LE MOUTON

Reçu le 18/07/2005 – Accepté le 24/09/2007

Résumé

L'étude de l'effet de la saison de traitement (été ou hiver) des pailles à l'urée montre que:

- La teneur en matière sèche et le taux des hémicelluloses de la paille sont affectés quelque soit la saison de traitement.
- L'ingestibilité de la paille traitée à l'urée en hiver est meilleure que celle observée pour la paille traitée en été (en moyenne 68,4 g/j/kg P^{0,75} contre 61,8 g/j/kg P^{0,75}).
- La digestibilité de la matière organique de la paille traitée à l'urée en hiver est légèrement plus faible que celle de la paille traitée en été puisque celle-ci passe de 45,5% pour la paille non traitée à 49,8 et 54,0% respectivement pour la paille traitée en hiver et la paille traitée en été. La digestibilité des matières azotées totales est par contre nettement supérieure pour la paille traitée en hiver, soit 64,9% contre 54,1% pour la paille traitée en été.
- L'azote retenu s'établit en moyenne à 6,33 g pour la paille traitée en hiver contre 5,33 g pour la paille traitée en été.
- quelque soit la saison de traitement, la paille traitée à l'urée couvre largement les besoins d'entretien des ovins.

Mots clés: paille, traitement, urée, saison, ingestibilité, digestibilité, ovin.

Abstract

Effect of the season of treatment by urea on the food value of straw on sheep

The study of the effect of the season of treatment (summer or winter) of straws by urea shows that:

- The content of dry matter and the rate of hemicelluloses of the straw are affected whatever the season of treatment.
- The intake of the straw treated by urea in winter is better than that observed for the straw treated in summer (on average 68.4 g/d/kg P^{0.75} against 61.8 g/d/kg P^{0.75}).
- The digestibility of the organic matter of the straw treated by urea in winter is slightly lower than that of the straw treated in summer since this one passes from 45.5% for the straw untreated with 49.8 and 54.0% respectively for the straw treated in winter and the straw treated in summer. The digestibility of the total nitrogenized matters is on the other hand definitely higher for the straw treated in winter, that is to say 64.9% against 54.1% for the straw treated in summer.
- The nitrogen selected is established on average with 6.33g for the straw treated in winter against 5.33g for the straw treated in summer.
- Whatever season of treatment; the straw treated by urea largely meets the needs for maintenance of sheep.

Key words: straw, treatment, urea, season, intake, digestibility, sheep.

H. YAKHLEF
S. TRIKI

Institut National
Agronomique, El-
Harrach 16200
Alger, Algérie.

ملخص

- لقد أثبتت دراسة تأثير الفصل على معالجة التبن باليوريا (صيف أو شتاء) النتائج التالية:
- تغير في قيمة المادة الجافة و كذا نسبة المركبات الهيميسيليلوزية للتبن المعالج مهما كان فصل المعالجة
 - أن قابلية الابتلاع للتبن المعالج باليوريا خلال فصل الشتاء أكبر منها بالنسبة للتبن المعالج في فصل الصيف (معدل 68.4 غ/يوم/كغ^{0.75} مقابل 61.8 غ/يوم/كغ^{0.75}).
 - أن إنهضامية المادة العضوية للتبن المعالج في فصل الشتاء تكون أكبر منها بالنسبة للتبن المعالج في فصل الصيف, و ذلك أنها تنتقل من 45.5% بالنسبة للتبن الغير المعالج إلى 49.8 و 54.0% بالنسبة للتبن المعالج في فصلي الشتاء و الصيف على التوالي. في المقابل تكون إنهضامية المواد الأزوتية بالنسبة للتبن المعالج خلال فصل الشتاء أعلى منها بالنسبة للتبن المعالج في فصل الصيف (64.9% مقابل 54.1%).
 - أن الأزوت المثبت من قبل الحيوان بالنسبة للتبن المعالج في فصل الشتاء هو 6.33 غ مقابل 5.33 غ بالنسبة للأزوت الناتج من التبن المعالج في فصل الصيف.
 - أنه مهما كان فصل المعالجة, فإن التبن المعالج باليوريا يبقى يلبي للضأن احتياجاته الغذائية اللازمة لمستوى الصيانة و زيادة.

الكلمات المفتاحية: التبن, المعالجة باليوريا, قابلية الابتلاع, الصيانة, الضأن.

Dans les pays de la rive sud de la méditerranée, en dehors de certaines situations de relative abondance alimentaire (périmètres irrigués, élevages hors sol, petites unités d'élevage familial), les ressources fourragères des troupeaux sont essentiellement constituées par le pâturage complétée dans la mesure du possible par des ressources stockées ou achetées provenant des activités agricoles. C'est ainsi qu'actuellement, le sort de l'élevage des ruminants est en grande partie étroitement lié à celui de la céréaliculture notamment les pailles. Cependant, offertes *ad libitum* comme seul aliment, les pailles de céréales ne couvrent en général que la moitié ou au plus les deux tiers des besoins d'entretien des ruminants [12]. On comprend dès lors tous les efforts déployés au cours de ces dernières décennies pour améliorer leur valeur nutritive et leur ingestion. L'amélioration de la valeur alimentaire des pailles est maintenant rendue possible grâce à la technique de traitement à l'urée dont le succès à travers le monde provient de son faible coût et de la simplicité de sa mise en œuvre qui n'exige pas un équipement spécifique.

Sur le plan technique et économique, il est préférable de traiter la paille aussitôt après sa récolte car cette dernière, de prix intéressant est abondante et les conditions climatiques (températures élevées) sont favorables à la transformation de l'urée en ammoniac. Il s'agit donc de constituer en été des stocks de pailles traitées qui seront utilisées en période de soudure. Mais comme le rapportent certains auteurs [23], le stockage de la paille traitée en été peut affecter à la longue sa valeur alimentaire. Dans ces conditions, l'alternative qui peut sécuriser le système alimentaire des ruminants ne consiste-t-elle pas en la constitution de stocks de paille après la récolte et de réaliser le traitement lorsque le besoin se fait sentir durant la période hivernale ? Dans ce cas, un traitement en hiver est-il aussi efficace qu'un traitement en été ? A notre connaissance, une seule étude a été réalisée en Algérie pour essayer de répondre à cette question [9]. Ce travail, réalisé dans le cadre d'un projet de recherche élaboré en 1999 par le Département de Zootechnie de l'Institut National Agronomique essaie pour sa part d'apporter des compléments de réponse.

MATERIEL ET METHODES

Traitement de la paille à l'urée

Le traitement des pailles à l'urée, classiquement utilisée comme engrais (46N) et source génératrice d'ammoniac est une technique simple et facilement maîtrisable par le paysan [4].

La méthode de traitement utilisée consiste à disposer un premier lit de 14 bottes de paille sur une feuille en plastique noir. Le deuxième lit qui lui est superposé est aspergé avec une solution d'urée à l'aide d'arrosoirs manuels. Le troisième lit n'est pas aspergé ; le quatrième (dernier lit) est obligatoirement aspergé. Ainsi, une rangée non aspergée est toujours située entre 2 rangées aspergées.

L'opération achevée, la meule est couverte par une feuille en plastique noir débordante et enterrée tout autour pour assurer l'étanchéité de l'enceinte.

Conditions de traitement

Le traitement à l'urée est effectué avec 7 kg d'urée dans 20 litres d'eau de robinet pour 100 kg de paille. La température ambiante moyenne a été de 26°C pour le traitement d'été et de 12°C pour le traitement d'hiver. La durée de confinement est de 2 mois, du 13 juillet au 10 septembre pour le traitement d'été et du 5 décembre au 3 février pour le traitement d'hiver.

Mesure de la digestibilité de la paille

A l'ouverture des meules, les bottes de paille sont aérées pendant 48 heures puis des échantillons homogènes de 15 bottes sont constitués à l'abri de la pluie, sans couverture. Avant les mesures de l'ingestibilité et de la digestibilité, les 15 bottes sont bien mélangées pour homogénéiser la paille.

La digestibilité *in vivo* a été mesurée sur 4 moutons non castrés, de race Ouled Djellal pesant 40 kg, placés dans des cages à métabolisme.

Les animaux ont reçu une complémentation en concentré (78% d'orge broyée et 22% de farine animale, sous produit d'abattoir). La composition chimique et la valeur nutritive du concentré utilisé sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1: composition chimique et coefficient d'utilisation digestive de la matière organique et des matières azotées du concentré.

	MS	% MS					
		MM	MO	MAT	CB	CUD MO %	CUD MAT %
78% d'orge + 20% de farine animale	89.1	4.22	95.3	20.2	6.54	83.5	67.1

MS : matière sèche ; **MM :** matières minérales ; **MO :** matière organique ; **MAT :** matières azotées totales ; **CB :** cellulose brute ; **CUD :** coefficient d'utilisation digestive.

La paille a été distribuée à volonté (10 à 15% de refus) en 2 repas par jour à 9 h et 16 h alors que le concentré a été offert à raison de 200 g/j/animal en 1 seul repas.

Les quantités de paille distribuées et refusées ainsi que les quantités de fèces excrétées sont pesées, séchées et conservées par mouton pendant les 10 jours de mesure.

Analyses chimiques

Les teneurs en matière sèche, en cellulose brute, en matières azotées totales et en matières minérales ont été déterminées selon les méthodes de l'AOAC [1].

Les parois totales ont été déterminées selon les techniques de Van Soest et Wine [22].

L'azote résiduel de chaque constituant pariétal (NDF, ADF et lignine) est estimé selon la méthode de Kjeldhal puis rapporté en pour cent de l'azote de l'échantillon.

Les calculs

L'ingestibilité est calculée selon la formule suivante : Quantité de matière sèche ingérée (QMSI) (g) = quantité de matière sèche distribuée (QMSD) (g) – quantité de matière sèche refusée (QMSR) (g). Elle est exprimée par gramme de matière sèche par jour par animal et par gramme de matière sèche par jour par kilogramme de poids métabolique.

Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) apparent de la matière organique de la ration totale est déterminé selon l'expression :

$$CUD_{app} (\%) = \frac{QtéIngérée (g) - QtéExcrété (g)}{QtéIngéré (g)} \times 100$$

Le coefficient d'utilisation digestive apparent de la matière organique et des matières azotées de la paille seule est calculé par différence selon l'expression :

$$CUD_{app}(\%) = \frac{IngérPail(g) - (ExcrTot(g) + NonDigéréConc(g))}{IngérPail(g)} \times 100$$

Le niveau alimentaire énergétique (Nae) est calculé en considérant les besoins d'entretien égales à 23 g de matières organiques digestibles ingérées (MODI) (g/j/kg P^{0,75}) [11].

$$Nae = \frac{\text{quantité de MODI (g/j/kg P}^{0,75}\text{)}}{23}$$

Le niveau alimentaire azoté (NaN) est calculé en considérant les besoins d'entretien égales à 2,52 g de matières azotées digestibles ingérées (MADI) (g/j/kg P^{0,75}) [11].

$$NaN = \frac{\text{Quantité de MADI (g/j/kg P}^{0,75}\text{)}}{2,52}$$

Les résultats obtenus ont été testés par la méthode de comparaison des moyennes (test de Student) en considérant les variations égales.

RESULTATS

Composition chimique des pailles

La teneur en matière sèche de la paille non traitée est de 90,2%. Traitée en été ou en hiver, celle ci s'établit respectivement à 80,9 et 79,1%, soit une diminution respective de 9,3 et 11,1 points. Ceci s'est traduit par une diminution de la teneur en NDF de 5,4 points pour la paille

traitée à l'urée en été (PTUE) et de 2,8 points pour la paille traitée à l'urée en hiver (PTUH) (Tableau 2).

La teneur en hémicellulose a diminué de 8 points avec le traitement d'été et de seulement 5 points avec le traitement d'hiver (Tab.2). En revanche, le traitement à l'urée a augmenté la teneur en ADF de 1,5 et de 2,3 points respectivement pour le traitement d'été et le traitement d'hiver (Tab. 2). Après traitement à l'urée, les teneurs en matières azotées totales (MAT) demeurent comparables. Celles ci ont toutefois été augmentées de 10,7 points pour le traitement d'été, soit un taux de fixation de l'azote de 53% et de 9,9 points pour le traitement d'hiver, soit un taux de fixation de l'azote de 49,5% (Tableau 2).

Tableau 2 : Effet de la saison de traitement sur la composition chimique des pailles (en % de MS)

	PNT	PTUE	PTUH
Matière sèche	90,23 ± 0,05	80,90 ± 0,12	79,10 ± 0,10
Matière organique	80,94 ± 0,23	83,88 ± 0,09	83,75 ± 0,15
Matières minérales	8,92 ± 0,14	7,67 ± 0,10	7,06 ± 0,18
Cellulose brute	41,35 ± 0,13	41,01 ± 0,25	43,02 ± 0,06
Matières azotées totales	5,19 ± 0,16 a	15,94 ± 0,18 ab	15,09 ± 0,20 ab
NDF	85,46 ± 0,60 a	80,03 ± 1,04 ab	82,62 ± 3,09 abc
ADF	52,75 ± 0,80 a	54,31 ± 0,92 ab	55,05 ± 1,66 abc
Hémicellulose	32,80 ± 0,30 a	25,00 ± 1,82 ab	28,09 ± 3,01 abc
Cellulose	44,59 ± 0,60 a	44,57 ± 1,02 a	48,22 ± 2,27 ab
Lignine	7,83 ± 0,18 a	8,63 ± 0,01 a	7,28 ± 1,70 a
Nf / Na (%)		53,75	49,50

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives (test de Student **P<0,05**) ; **PNT** : paille non traitée ; **PTUE** : paille traitée à l'urée en été ; **PTUH** : paille traitée à l'urée en hiver ; **NDF** : neutral detergent fiber ; **ADF** : acid detergent fiber ; **Nf** : azote fixé ; **Na** : azote absorbé.

Effet de la saison de traitement sur l'ingestion de la paille

La quantité de matière sèche volontairement ingérée de la paille seule s'établit à 54,8 g/kg p^{0,75} pour la paille non traitée (PNT). Celle ci est montée à 61,8 g/ kg p^{0,75} pour le traitement d'été et à 68,4 g/ kg p^{0,75} pour le traitement d'hiver, soit une augmentation respective de 7 et 13,5 points (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet de la saison de traitement sur le niveau d'ingestion de la paille

Type de paille	g MSI / j / animal		g MSI / j / kg p ^{0,75}		Quantité d'eau buée ml /kg p ^{0,75}	p ^{0,75}
	RT	PS	RT	PS		
PNT	1038,45 ± 90,77	857,38 ± 87,92	66,38 ± 9,72	54,82 ± 8,65 a	150,39	15,74
PTUE	1195,75 ± 298,95	980,88 ± 345,1	76 ± 10,72	61,88 ± 15,25 ab	203,70	15,58
PTUH	1309,02 ± 128,38	1130,79 ± 128,32	79,23 ± 4,29	68,41 ± 4,70 abc	148,95	16,49

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives (test de Student P<0,05) ; PNT : paille non traitée ; PTUE : paille traitée à l'urée en été ; PTUH : paille traitée à l'urée en hiver ; RT : ration totale ; PS : paille seule ; g MSI / j : matière sèche ingérée par jour ; P^{0,75} : poids métabolique.

Effet de la saison de traitement sur la digestibilité de la paille

Le traitement à l'urée améliore la digestibilité de la matière organique de la paille seule. Celle-ci passe de 45,5% pour la PNT à 54,0 et 49,8% respectivement pour la PTUE et la PTUH. Cette augmentation n'est toutefois statistiquement significative que pour la paille traitée en été (Tableau 4).

Tableau 4 : Effet de la saison de traitement sur la digestibilité apparente de la matière organique et des matières azotées totales de la ration totale et de la paille seule.

Nature des Pailles	MO (%)		MAT (%)	
	RT	PS	RT	PS
PNT	52,42 ± 9,24	45,53 ± 9,53 a	42,98 ± 15,79	25,31 ± 0,93 a
PTUE	59,55 ± 3,29	54,09 ± 4,09 ab	57,18 ± 3,78	54,13 ± 5,90 ab
PTUH	54,91 ± 0,51	49,84 ± 0,58 a	67,33 ± 1,03	64,95 ± 1,18 ab

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives (test de Student P<0,05) ; d MO : digestibilité de la matière organique ; d MAT : digestibilité des matières azotées totales ; RT : ration totale ; PS : paille seule ; PNT : paille non traitée ; PTUE : paille traitée à l'urée en été ; PTUH : paille traitée à l'urée en hiver.

La digestibilité des matières azotées totales est augmentée par le traitement à l'urée puisque celle-ci passe de 25,3% pour la PNT à 54,1 et 64,9 respectivement pour la PTUE et la PTUH. La différence observée entre le traitement d'été et le traitement d'hiver n'est pas statistiquement significative (Tableau 4).

Effet de la saison de traitement sur le bilan azoté

La quantité d'azote retenu par les animaux s'élève à 0,24, 5,3 et 6,3 grammes respectivement pour la PNT, la PTUE et la PTUH. Les valeurs enregistrées pour les 2 saisons de traitement ne laissent pas apparaître de différence significative (Tableau 5).

Tableau 5 : Effet de la saison de traitement sur le bilan azoté

	PNT	PTUE	PTUH
N-total ingéré (g)	13,77 ± 0,71 a	29,30 ± 0,09 ab	33,47 ± 2,86 ab
N-fèces (g)	8,36 ± 2,17 a	10,87 ± 2,62 a	10,99 ± 1,30 a
N-urinaire (g)	5,17 ± 0,44 a	13,10 ± 4,94 ab	16,15 ± 4,47 ab
N-excrété total (g)	13,53 ± 1,22	23,97 ± 1,64	27,14 ± 2,24
N-absorbé (g)	5,41	18,43	22,48
N-retenu (g)	0,24 a	5,33 ab	6,33 ab
N-retenu / N-absorbé	0,04	0,29	0,28
N-retenu / N-ingéré	0,02	0,18	0,19

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles, par au moins une lettre sont statistiquement significatives (test de Student P<0,05) ; PNT : paille non traitée ; PTUE : paille traitée à l'urée en été ; PTUH : paille traitée à l'urée en hiver ; N : azote ; g : gramme.

Effet de la saison de traitement sur la valeur énergétique et azotée de la paille seule

La saison de traitement n'affecte pas l'ingestion de la matière organique digestible. Les valeurs observées, soient 28,8 g/kg p^{0,75} pour le traitement d'hiver et 28,2 g/kg p^{0,75} pour le traitement d'été sont comparables (Tableau 6). L'ingestion plus élevée de la matière organique des pailles traitées a permis des niveaux alimentaires énergétiques comparables entre le traitement d'été et le traitement d'hiver, soient respectivement 1,22 et 1,24 contre 0,85 pour la PNT. Le niveau alimentaire azoté passe quant à lui de 0,30 pour la PNT à 2,0 et 2,6 respectivement pour la PTUE et la PTUH (Tableau 6).

Tableau 6 : Effet de la saison de traitement sur la valeur énergétique et azotée de la paille seule et ingestion de la matière organique et des matières azotées digestibles par les animaux.

	PNT	PTUE	PTUH
MODI (g / j)	308,06 ± 46,62	448,82 ± 168,90	477,11 ± 55,68
MODI (g / kg p ^{0,75})	19,74 ± 4,11	28,29 ± 7,56	28,85 ± 2,06
NA (énergétique)	0,85 ± 0,17	1,22 ± 0,32	1,24 ± 0,08
MADI (g / j)	11,65 ± 13,37	1,22 ± 0,32	1,24 ± 0,08
MADI (g/kg p ^{0,75})	0,77 ± 0,88	5,25 ± 2,11	6,65 ± 0,46
NA (azoté)	0,30 ± 0,34	2,08 ± 0,84	2,63 ± 0,18
UF Leroy/kg MS	0,21	0,38	0,34
UF Lait / kg MS	0,44	0,55	0,51
MAD g/ kg MS	21,28	86,08	96,57
P ^{0,75}	15,74 ± 1,18	15,58 ± 1,65	16,49 ± 0,79

PNT : paille non traitée ; PTUE : paille traitée à l'urée en été ; PTUH : paille traitée à l'urée en hiver ; MODI : matière organique digestible ingérée ; NA : niveau alimentaire ; MADI : matières azotées digestibles ingérées ; UF : unité fourragère ; MAD : matières azotées digestibles ; P^{0,75} : poids métabolique

DISCUSSION

La diminution de la matière sèche des pailles traitées est attendue. Elle est en rapport avec l'addition d'eau au moment du traitement. En effet, la teneur en MS de la paille est dans l'ensemble d'autant moins élevée que la quantité d'eau servant à dissoudre l'urée est élevée [13]. La différence d'environ 2 points entre la PTUE et la PTUH est probablement due à une évaporation de l'eau au moment du traitement en été.

La saison de traitement de la paille à l'urée ne semble pas avoir de répercussions notables sur les teneurs en cellulose brute.

La teneur en MAT de la PNT (5,19%) est élevée par rapport à celle relevée habituellement au Maghreb (3,78% ± 1,28 sur 36 valeurs répertoriées dans la littérature). La présence d'adventices, d'épis et de graines pourrait être à l'origine de cette différence. Quelque soit la saison de traitement, les teneurs en azote des pailles ont été multipliées par 3 par rapport à la paille témoin. Des résultats analogues ont été mentionnés suite à un traitement à l'urée. Houmani [8], tout en notant une augmentation de 7,5 points, rapporte que le traitement à l'urée améliore la teneur en azote de la paille de 5 à 9 fois suivant les

paramètres de traitement. Srairi [21] indique pour sa part, une augmentation de 9 points.

La différence d'environ 1 point entre la teneur en azote des pailles traitées en été ou en hiver est faible. Ainsi, la valeur de 15 g de MAT par 100 g de MS de paille observée pour le traitement d'hiver semble acceptable et comparable au traitement d'été. Munoz *et al.* [19] montrent à cet effet que la température qui passe en moyenne de 22,8° C en été à 10,4° en hiver n'a pas une très grande influence sur le degré d'uréolyse. Toutefois, Houmani [7] pour sa part, observe un effet positif d'une température croissante (25-45°C) sur la teneur en azote total.

Le taux de fixation d'azote est supérieur à celui rapporté par Houmani [8]. Cette notion d'azote fixé sur la paille après traitement à l'urée reste à l'heure actuelle matière à discussion puisqu'elle varie du simple au triple selon les auteurs. Elle est de 58% selon Lawlor et O'shea [15] de 44% selon Hadjipanayiotou [6] et de 18 à 32% selon Masson *et al.* [18]. Cette variabilité pourrait s'expliquer par le temps de traitement, le taux d'humidité [3] et la teneur des pailles en azote avant le traitement [24]. Comparativement au traitement d'été, le traitement d'hiver a diminué de 4 points le taux de fixation de l'azote. Ce résultat est en accord avec l'observation de Ibbotson [10] et de Chermiti *et al.* [5] qui rapportent qu'à différentes doses d'urée et d'humidité, l'efficacité maximale du traitement est atteinte à une température élevée.

L'augmentation des quantités volontairement ingérées de paille traitée à l'urée est classique [17, 19,14]. Elle s'explique par une libération de place dans le rumen par suite de l'augmentation de la vitesse de digestion consécutive à une meilleure disponibilité des composés pariétaux d'une part, et d'autre part, à un apport complémentaire d'azote et d'énergie par le concentré de complémentation [2]. La meilleure ingestion de la PTUH par rapport à la PTUE, soit 68, 4 g/j/kg p^{0,75} contre 61,8 g/j/kg p^{0,75} s'expliquerait par une consommation d'eau nettement plus importante des sujets recevant la PTUE ce qui amplifierait l'état d'encombrement du rumen.

Le traitement en hiver n'affecte pas la digestibilité de la matière organique de la même manière que le traitement en été ce qui peut confirmer l'hypothèse de la dégradation incomplète de l'urée en hiver. Ainsi, la quantité d'ammoniac générée serait insuffisante à la désorganisation de la structure de la paroi végétale. La différence de digestibilité de la matière organique observée entre la PTUE et la PTUH (54 contre 49,8%) serait liée au niveau élevé de l'ingestion de la MS qui provoquerait une réduction de la digestibilité de la matière organique de la paille traitée à l'urée. En effet, dans cet essai, le niveau d'ingestion de la MS est de 68,4 g/j/kg p^{0,75} pour la PTUH contre 61,8 g/j/kg p^{0,75}.

La digestibilité des matières azotées de la PNT est classique compte tenu de la faible utilisation de l'azote qui est fixé sur la lignine, composé non digestible. La

différence de digestibilité des MAT de la paille seule entre les 2 saisons de traitement est à mettre en relation avec la teneur en azote plus élevée de la PTUH au moment de sa distribution. La nature de l'azote fixé n'a pas été déterminée, mais il est évident que la teneur en MAT de la paille est d'autant plus élevée que le produit est riche en urée résiduelle. Il est possible également que la répartition de l'azote dans les constituants pariétaux se traduise par des différences de digestion ruminale.

Pour les 2 saisons de traitement, les quantités d'azote retenu par les animaux sont plus élevées que celles rapportées par Lawrence et al. [16] et Rezzoug [20] qui enregistrent respectivement 2,70 et 2,60 g pour des traitements effectués en été à un taux d'humidité de 40%, une dose d'urée de 7% et une durée de traitement de 60 jours. Enfin, quelque soit la saison de traitement, les niveaux alimentaires énergétiques et azotés enregistrés, valeurs proches de celles rapportées par Rezzoug [20] permettent de couvrir largement les besoins d'entretien des sujets.

CONCLUSION

La désorganisation de la paroi végétale de la paille induite par le traitement à l'urée affecte plus particulièrement les hémicelluloses à l'urée (25% pour la PTUE et 28% pour la PTUH contre 33% pour la PNT). Toutefois, la désorganisation de la paroi est légèrement moindre lorsque la paille est traitée en hiver d'où l'hypothèse de la transformation incomplète de l'urée en ammoniac et donc une action réduite des corps alcalins.

L'augmentation de la teneur en azote des pailles traitées à l'urée constitue, au plan de la composition chimique la conséquence la plus importante. Quelque soit la saison de traitement, la valeur azotée des pailles est comparable (en moyenne 15 g de MAT par 100 g de MS).

L'amélioration de l'ingestion de la paille traitée à l'urée est classique. Néanmoins, le niveau d'ingestion plus élevé observée pour la PTUH (68,4 g/j/kg $p^{0,75}$ contre 61,8 g/j/kg $p^{0,75}$ pour la PTUE) ne concorde pas avec l'hypothèse que le traitement en hiver se traduit par une dégradation incomplète de l'urée.

La saison de traitement n'affecte pas de la même manière la digestibilité de la matière organique puisque l'augmentation constatée pour le traitement d'hiver est relativement plus faible. En revanche, la digestibilité des matières azotées totales est nettement supérieure pour la PTUH (65% contre 54% pour la PTUE).

La conséquence de l'amélioration d'une part, des niveaux d'ingestion de la matière organique et d'autre part, de la digestibilité des matières azotées totales des pailles traitées aussi bien en été qu'en hiver en est l'obtention d'un niveau alimentaire azoté et énergétique qui couvre largement les besoins d'entretien des sujets.

Enfin, malgré les quelques différences observées entre le traitement d'été et le traitement d'hiver (meilleure ingestibilité, plus faible amélioration de la digestibilité de la matière organique, moindre désorganisation de la structure de la paroi), celui-ci reste envisageable dans les conditions climatiques du Maghreb.

REFERENCES

- [1]- AOAC., "Official methods of analysis". 12 edn. (1975), Washington, DC.
- [2]- Blaxter K.L., Wilson R.S., "The voluntary intake of roughage by steer". *Anim. Prod.* 4, (1962), pp. 351 – 358.
- [3]- Borhami B.E.A., Sundstol F., "Studies on ammonia treated straw : 1-The effect of type and level of ammonia, moisture content and time on the digestibility « in vitro » and enzyme soluble organic matter of oat straw". *Anim. Feed. Sci. Tech.* (1982) 1: 45-51.
- [4]- Chenost M., Kayouli C., "Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes". Etudes FAO., (1997) 224 p.
- [5]- Chermiti A., Nefzaoui A., Cordesse R., "Paramètres d'uréolyse et digestibilité de la paille traitée à l'urée". *Ann. Zootech.*, (1989) 38 : 63-72.
- [6]- Hadjipanayiotou M., The effect of ammonia using urea on intake and nutritive value of chopped barley straw. *Grass Forage. Sci.*, (1982) 37 : 89-93.
- [7]- Houmani M., "Effet comparé de l'aspersion mécanique de l'urée en solution sur andin au champ et manuelle sur bottes pour le traitement de la paille de blé sur sa digestibilité et sur la croissance d'agneaux". *Ann. Zootechn.*, (1998) 47 (3) : 197-205
- [8]- Houmani M., "Valorisation des pailles algériennes par traitement technologique dans l'alimentation du cheptel". Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, I.N.A., El-harrach, (1998), 155 p.
- [9]- Houmani M., Bellal M., Tisserand J. l., "Effets comparés des saisons d'été et d'hiver sur l'efficacité du traitement de la paille de blé dur à l'urée". Recherche agronomique. INRAA., 8, (2001), 59-68.
- [10]- Ibbotson C.F., "The effectiveness of urea as source of ammonia for increasing the digestibility of straw". *Anim. Prod.*, 36, (1983), 538-624.
- [11]- INRA., "Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation". Ed.INRA. Paris, France. (1987),471 p.
- [12]- Jarrige R., "Les constituants glucosidiques des fourrages: Variation, digestibilité et dosage. In

Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants". INRA., Versailles (1981), pp. 13-40.

- [13]- **Jewell S.N., Campling R.C.**, Aqueous ammonia treatment of wheat straw : voluntary intake and digestibility in cattle. *Anim. Feed. Sci. Tech.*,14, (1986), p. 81-93.
- [14]- **Joy M., Andueza J.D., Munoz F., Alibes X.**, "efecto del nivel de rehusado, del tratamiento con urea y de la especie animal sobre la ingestión y digestión del canote de mais". *Investigación agraria producción sanidad animales*. 10 (3), (1995), pp. 234-242.
- [15]- **Lawlor G., O'shea J.**, "The effect of ammoniation on the intake and nutritive value of straw". *Anim. Feed. Sci. Tech.*,4, (1979), pp. 169-175.
- [16]- **Lawrence A., Yakhlef H., Triki S., Chabaca R.**, "Rapport n°2. Programme de recherche STD., TS 2 A. 0 250 M. INRA., El Harrach, (1991), 53 p.
- [17]- **Magheni D.M., Kimambo A.E., Sundstol F., Madsen J.**, "Influence of urea treatment or supplementation on degradation, intake and growth performance of goats fed rice straws diets". *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 44, (1993), pp. 209-220.
- [18]- **Masson V.C., Hartley R.D., Keen A.S., Collby J.M.**, The effect of ammoniation on the nutritive value of wheat, barley and oat straw. 1- Changes in chemical composition in relation of digestibility in vitro and cell wall degradability. *Anim. feed. Sci. Tech.*, 19, (1988), pp. 157-171.
- [19]- **Munoz F., Joy M., Faci R., Alibès V.**, " Treatment of ligno-cellulosic residus with urea. Influence of dosage, moisture, temperature and addition of urease". *Ann. Zootech.*, 40 (2), (1991), pp. 215-225.
- [20]- **Rezzoug A.**, "Etude comparative de deux méthodes de traitement des pailles à l'urée en rapport avec le volume d'eau employé. Valeur alimentaire chez le mouton. *Mém. Ing. Agr.*, INA., El-Harrach, (1991), 35 p.
- [21]- **Srairi M.T.**, "Alimentation de brebis allaitantes avec des rations à base de paille: Effet du complément azoté". *Revue Elev. Med. Vét. Pays Trop.*, 51, (1), (1998), pp. 47-54.
- [22]- **Van-Soest P.J., Wine R.N.**, "Use of detergent in the analysis of fibrous feed. IV-Determination of plant cell constituents". *J. Assoc. Off. Chem.*, (1967) 50-55.
- [23]- **Yakhlef H., Triki S., El Hani F.**, "Effet de la durée de stockage sur la valeur alimentaire de la paille traitée à l'urée". *Sci. & Technol.*, (18), (2002), pp.11-115.
- [24]- **Yarko-Badohu D.K., Kayouli C., Ba, A.A., Gasmi A.**, "Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie. 1- Traitement aux alcali (ammoniac / urée). 2- Complémentation par des blocs (mélasse / urée)". *Livestock Research For Rural Development.*, (1993) 5 (1) : 1-10.