

Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de La Tunisie : traitement à l'urée et à l'ammoniac et complémentation par des blocs mélasse-urée

Nyarko-Badohu D.K., Kayouli C., Ba A.A., Gasmi A.

in

Tisserand J.-L. (ed.).
Les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 6

1994

pages 129-141

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=95605274>

To cite this article / Pour citer cet article

Nyarko-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 : traitement à l'urée et à l'ammoniac et complémentation par des blocs mélasse-urée.** In : Tisserand J.-L. (ed.). *Les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne*. Zaragoza : CIHEAM, 1994. p. 129-141 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 6)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de La Tunisie : traitement à l'urée et à l'ammoniac et complémentation par des blocs mélasse-urée

D.K. NYARKO-BADOHU
C. KAYOULI,
A.A. BA
A. GASMI
LABORATOIRE DE NUTRITION ANIMALE
INAT
TUNIS
TUNISIE

RESUME - La valeur alimentaire de la paille de blé tendre (PNT) a été étudiée après son traitement à 3,5 kg d'ammoniac (PTNH₃) ou à 5 kg d'urée (PTU) avec différentes doses d'eau : 15 (PTU15) ; 30 (PTU30) et 45 (PTU45) litres pour 100 kg de paille ainsi qu'après sa complémentation avec les blocs multinationnels (PNTBLOC). 4 lots de 30 brebis adultes (Queue fine) subdivisés en 6 groupes (répétitions) de 5 ont été nourris avec PNT, PTU45, PTNH₃ et PNTBLOC. Les trois premiers types de pailles étaient distribuées avec 100 g d'orge + minéraux. Ces brebis ont servi à l'étude de l'ingestion des blocs, des pailles et de la variation de poids durant 4 mois. En outre quatre moutons mâles barbarins, porteurs de fistule du rumen, nourris avec de la paille traitée (PTU45) complétement avec 100 g orge + minéraux ont été utilisés pour étudier la dégradabilité des pailles. Les résultats obtenus montrent une amélioration de la teneur en azote qui a plus que doublé. La dégradabilité 72 h de la matière sèche de la paille s'est accrue de 10 à 12 points respectivement pour PTU45 et PTNH₃. L'efficacité de traitement à l'urée déterminée par la quantité d'urée résiduelle et la dégradabilité *in sacco* montre que la dose d'eau optimale serait de 45 litres pour 100 kg de paille. Les mesures d'ingestion et de variation de poids pendant 4 mois montrent que les pailles non traitées ont entraîné une diminution significative ($P < 0,05$) de poids des brebis (-2,8 kg). Par contre, l'ingestion de la paille s'est significativement ($P < 0,05$) accrue d'environ 30% après traitement à l'urée (PTU45) et à l'ammoniac. Aussi, ces deux types de pailles traitées ont permis d'entretenir les animaux qui de plus ont gagné 4 et 5,7 kg respectivement. Les blocs mélasse-urée ont été très appétissants. L'ingestion moyenne était de 180 g MS par jour par animal. Leur distribution a entraîné un accroissement de l'ingestion des pailles de 40% et une variation positive de poids significativement ($P < 0,05$) supérieure à celle de PTU45 et PTNH₃ soit 6,4 kg.

Mots-clés : Paille, urée, ammoniac, traitement, blocs mélasse-urée, dégradabilité, ingestion, variation de poids.

SUMMARY - "Valorization of cereal straw for sheep feeding in North Tunisia: urea and ammonia treatment and supplementation with molasse-urea blocks". The feeding value of wheat straw (WS) was studied after its treatment with 3.5 kg anhydrous ammonia (ATS) or with 5 kg urea (UTS) using different levels of water: 15 (UTS15); 30 (UTS30) and 45 (UTS45) litres sprayed on 100 kg of straw. The supplementation of the straw with multination blocks (WSBLOCK) was also pointed out. Four groups of 30 adult ewes "Queue fine" allotted into 6 little groups (replicates) of 5 each were offered WS (control), UTS45, ATS and WSBLOC. Ewes served WS, UTS45 and ATS received a supplement of 100 g barley + minerals. The ewes were used to determine straw and blocks intake and the live-weight

change after a feeding period of 4 months. A study of straw degradability was also conducted on 4 male barbarin rumen-fistulated sheep fed UTS45 and supplemented with 100 g barley + minerals. Results showed an improvement in total nitrogen content, more than the double of the initial value. Dry matter disappearance of straw after nylon bag incubation for 72 h raised to 10 and 12 points respectively for UTS45 and ATS. The treatment efficiency measured by the residual urea and straw degradability was obtained with an optimal water level of 45 litres for 100 kg of straw. The intake of untreated straw (WS) decreased markedly ($P < 0.05$) live-weight (-2.8 kg), however animals fed UTS45 and ATS showed an increase of 30% for straw intake and a positive live-weight change of 4 and 5.7 kg respectively. Multinutrient blocks were very appetizing, an average intake of 180 g per day (DM) increased straw intake (40%) and the live-weight gain (6.4 kg) was markedly higher ($P < 0.05$) than observed with UTS45 and ATS.

Key words: Straw, urea, ammonia, treatment, urea-molasses, blocks, degradability, intake, live-weight variation.

Introduction

Les chaumes et les pailles constituent la base de l'alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie pendant une partie assez longue de l'année (été-automne-hiver). Ces ressources fourragères présentent une valeur alimentaire médiocre : riches en cellulose brute, teneur faible en azote, en minéraux et vitamines, et par conséquent elles sont peu digestibles, faiblement ingérées et couvrent difficilement les besoins d'entretien des animaux. Certains éleveurs complètent leurs animaux en achetant des concentrés dont le prix est de plus en plus élevé suite à la suppression progressive des subventions d'aliments de bétail.

La valeur alimentaire de ces fourrages peut être significativement améliorée par leur traitement aux alcalis (ammoniac ou urée) ou par leur complémentation. Parmi les traitements, ceux à l'ammoniac ou à l'urée sont de plus en plus appliqués (Sundstøl *et al.*, 1978 ; Djadjanegara et Doyle, 1989).

Dans le nord de la Tunisie, le traitement à l'ammoniac chez les agriculteurs est assuré par des organismes spécialisés (Office d'Elevage et des Pâturages). Ceci présente l'avantage de traiter des quantités importantes de paille mais reste difficilement accessible aux petits éleveurs. Le traitement à l'urée dont le principe est la régénération de l'ammoniac à partir d'une solution d'urée présente des effets comparables à celui de l'ammoniac et a en plus l'avantage d'être maîtrisé par les exploitations de tailles petites et moyennes. La réussite du traitement à l'urée est déterminée par plusieurs facteurs dont notamment la dose d'eau à apporter (Chermiti *et al.*, 1989 ; Sahnoune *et al.*, 1989).

Par ailleurs, la valeur alimentaire des pailles et chaumes peut être aussi améliorée par une complémentation essentiellement de type catalytique. Dans ce contexte, une technique simple a été mise au point et qui consiste à la fabrication de blocs multinutritionnels permettant d'associer plusieurs sous-produits (Sansoucy *et al.*, 1986).

L'objectif du présent travail est de tester au niveau de l'exploitation les points suivants :

- i. La quantité d'eau optimale pour la réussite d'un traitement à l'urée.
- ii. Les effets comparés des traitements à l'ammoniac et à l'urée ainsi que la complémentation avec les blocs mélasse-urée chez des brebis taries.

Matériel et méthodes

Traitement des pailles

Le traitement a porté sur des pailles de blé tendre (variété Byrsa) dans la zone de Siliana (ferme de la Coopérative Centrale des Grandes Cultures, CCGC) dont la pluviométrie moyenne est de 350 mm. Les traitements ont eu lieu au mois d'octobre 1989 et les pailles ont été utilisés deux mois après, la température moyenne durant le traitement était de 22°C.

Le traitement à l'ammoniac

Les balles de paille (13 kg en moyenne) ont été disposées en 4 couches à raison de 105 balles par couche sous bâche plastique hermétique. L'ammoniac, 35 g par kg de paille brute (MS : 90) a été injecté à travers un tube perforé introduit dans la meule.

Le traitement à l'urée

La constitution des couches de balles est identique à celle décrite précédemment. Le traitement a été réalisé avec 5% d'urée (5 kg d'urée pour 100 kg de paille à 90% de matière sèche). Trois doses d'eau ont été appliquées : 15, 30 et 45 litres pour 100 kg de paille. Après estimation du poids de la couche, chacune d'elle a été arrosée avec la solution d'urée à l'aide d'un pulvérisateur à double lances traîné par un tracteur. Les trois meules simultanément traitées à l'urée ont été couvertes par le même film plastique noir (8 m x 20 m, d'épaisseur 180 μ) et juxtaposées à la meule traitée à l'ammoniac (Dimension d'une meule : 15 m x 3 m x 1,5 m ; tonnage : 5,5 tonnes).

La fabrication des blocs mélasse-urée

La fabrication des blocs mélasse-urée a été réalisée selon la technique décrite par Hassoun et Bâ (1990) selon la formule présentée dans la Table 1.

Animaux et régimes

Cent vingt brebis "Queue fine" réparties en quatre lots de 30 animaux chacun, ayant en moyenne 2 ans et demi d'âge, ont été choisies au hasard dans un troupeau

de 300 brebis taries. Chaque lot est subdivisé en 6 groupes de 5 animaux (répétitions). Les brebis pèsent en moyenne $35,5 \pm 3,7$ kg. Par ailleurs 4 moutons barbarins adultes porteurs de fistule du rumen ont été utilisés.

Table 1. Formule des blocs mélasse-urée (% brut)

Ingrédients	% brut
Mélasse	10
Urée	8
Litière de poulet de chair	20
Son de blé	20
Grignon d'olive	15
Ciment	15
Sel de cuisine	6
Phosphate bicalcique	3
Prémix	3

Les régimes suivants ont été distribués :

- Lot 1 : Paille Non Traitée : PNT
 Lot 2 : Paille traitée à l'ammoniac : PTNH₃
 Lot 3 : Paille traitée à 5% d'urée et 45% d'eau : PTU45
 Lot 4 : Paille Non Traitée + Blocs mélasse-urée : PNTBLOC

Les animaux des lots 1, 2 et 3 reçoivent 100 g de complément minéral (50% orge, 20% farine de poisson, 10% sel, 10% phosphate bicalcique et 10% prémix). Les animaux fistulés reçoivent de la paille traitée à l'urée (45% d'eau) avec 100 g par jour de complément minéral. Pour tous les animaux, les repas sont distribués en deux temps, à 9 et à 17 h. Les animaux étaient adaptés à leur régime pendant un mois.

Mesures

L'essai pratique a duré 4 mois (jan-avril) ; les mesures ont porté sur l'ingestion de bloc et de paille une fois par semaine et la variation de poids des brebis une fois par quinzaine. Les animaux fistulés ont servi pour déterminer la dégradabilité *in sacco* des pailles traitées et non traitées après 72 heures d'incubation. La technique utilisée est celle décrite par Ørskov (1985) et par Kayouli *et al.* (1992).

Analyse chimique

Les échantillons de pailles ont été régulièrement prélevés dans les différentes meules ainsi que les matières premières du bloc mélasse-urée. Ces échantillons ont été séchés à 65°C jusqu'à poids constant.

La matière organique et l'azote ont été déterminés suivant les méthodes de l'AOAC (1984) tandis que le Neutral Detergent Fiber (NDF) et l'Acid Detergent Fiber (ADF) ont été analysés par la méthode Van Soest et Wine (1967). L'urée résiduelle a été dosée par la méthode décrite par Michel (1971).

Analyse statistique

Les résultats ont été traités avec le système SAS (Statistical Analysis System) avec un modèle à un seul facteur : effet aliment. Les moyennes ont été comparées avec le test Duncan.

Résultats et discussion

Les pailles

Composition chimique et uréolyse

La composition chimique des pailles avant et après traitement aux alcalis est présentée à la Table 2. On peut noter que la teneur en MAT ($N \times 6,25$) a considérablement augmenté après traitement. Celle-ci est plus que doublée quelque soit le type de traitement. L'enrichissement en azote de la paille après son traitement à l'urée ou à l'ammoniac a été observé par plusieurs auteurs (Abdouli *et al.*, 1988 ; Chermiti *et al.*, 1989 ; Dias da Silva et Christina Ghedes, 1990 ; Colucci *et al.*, 1992).

Nous remarquons que la quantité d'eau ajoutée à la paille traitée influence la teneur en azote. Avec une dose d'eau faible (15 l), la teneur en azote est la plus élevée. Celle-ci provient d'une quantité d'urée résiduelle non hydrolysée élevée (46,7% de l'urée apportée).

A partir des résultats de mesure de l'urée résiduelle, il semble que dans les conditions tunisiennes la quantité d'eau optimale à apporter pour un traitement efficace à l'urée (taux d'uréolyse élevé) devrait être comprise entre 30 et 50 litres par 100 kg de paille. Abdouli et Khorchani (1987) ont aussi montré que le taux de fixation de l'azote augmente avec l'accroissement de la quantité d'eau.

Dégradabilité in sacco

Après 72 heures d'incubation dans le rumen, la dégradabilité de la matière sèche de la paille a été significativement augmentée après traitement (Table 2). Celle-ci est améliorée de 10 à 12 points respectivement après traitement à l'urée (45% eau) et à

l'ammoniac. Comme il est signalé dans la Table 2, c'est avec la quantité d'eau 45 litres que l'accroissement de la dégradabilité est le plus élevé. L'effet positif du traitement à l'urée ou à l'ammoniac a été aussi signalé par plusieurs auteurs (Sundstøl *et al.*, 1978 ; Ibrahim et Schiere, 1986 ; Abdouli *et al.*, 1988 ; Chermiti *et al.*, 1989 ; Colucci *et al.*, 1991 ; Kraiem *et al.*, 1991).

Table 2. Composition chimique, dégradabilité *in sacco* (72 h) et uréolyse des pailles (N = 10)

Paille	MS %	% MS			Uréolyse (%)	Dégradabilité (% MS)
		N*6,25	NDF	ADF		
PNT	90	5 ^a	73 ^a	48 ^a		45 ^a
PTU15	81	16 ^b	70 ^a	48 ^a	53 ^a	48 ^{b,c}
PTU30	77	13 ^c	68 ^b	47 ^a	66 ^b	50 ^c
PTU45	70	11 ^c	68 ^{b,c}	47 ^a	82 ^c	55 ^d
PTNH ₃	87	12 ^c	67 ^{b,c}	45 ^b		57 ^d
DSR ¹		2,1	3,3	1,5	6,0	3,1

¹DSR = Déviation Standard Résiduelle

^{a,b,c} Les moyennes affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne diffèrent pas significativement (P>0,05)

Par ailleurs, nous avons constaté pour le traitement à l'urée que la dégradabilité augmente avec la dose d'eau (Table 2). Ces résultats confirment les observations d'autres auteurs. C'est ainsi que Chermiti *et al.* (1989) ont obtenu des dégradabilités de la matière organique de la paille de 47,9 et 55,4% respectivement avec des taux d'eau de 25 et 50%. De même, Sahnoune *et al.* (1989) rapportent une amélioration de la digestibilité *in vitro* de la paille traitée à l'urée avec l'augmentation de la quantité d'eau ajoutée : 54,8 contre 48,2% avec des niveaux d'eau de 30 et 18 litres par 100 kg de paille respectivement. Ces observations corroborent aussi les résultats de Kayouli (1988) sur des pailles de riz traitées à l'urée en zone sud saharienne.

Il convient de signaler que la qualité de la paille initiale influence aussi l'efficacité du traitement. Il est généralement admis que l'amélioration de la dégradabilité de la paille est d'autant plus élevée que la paille initiale est de mauvaise qualité (Kernan *et al.*, 1979 ; Tuah *et al.*, 1986 ; Derycke *et al.*, 1986). Ces observations sont confirmées par Nyarko-Badohu (1991) qui a constaté après traitement à l'urée une amélioration de la dégradabilité de 10 points pour la paille de *Panicum maximum* (dont la dégradabilité initiale était de 37,4%) et seulement de 3 points pour le foin de *Panicum maximum* (dont la dégradabilité initiale était de 51,2%). Aussi, Nakashima et Ørskov

(1990) ont montré un effet plus remarquable des traitements à l'ammoniac ou à la cellulase sur les feuilles de riz que sur les autres fractions botaniques de la plante qui sont généralement plus digestibles.

Ingestion de paille

Les quantités de matière sèche de paille ingérées (Table 3) ont été améliorées d'environ 30% après traitement à l'urée (PTU45) ou à l'ammoniac (PTNH₃). Ces résultats confirment les observations de Saadullah *et al.* (1981) qui ont effectué des traitements de la paille de riz à 5% d'urée. Des effets positifs sur l'ingestion de paille ont été aussi signalés par Birkelo *et al.* (1986), Derycke *et al.* (1986) et Djadjanegara et Doyle (1989) pour un traitement à l'urée et par Ayona et Ørskov (1988) pour un traitement à l'ammoniac. L'augmentation des quantités de paille ingérées pourrait s'expliquer par l'amélioration de la digestibilité qui entraînerait un temps de rétention plus court des aliments dans le rumen.

Table 3. Résultats d'ingestion et de variation de poids après quatre mois

Régime	Ingestion (g MS per kg P ^{0,75})	Variation de poids (kg)
PNT	43 ^a ± 5	-2,8 ^a ± 1
PTU45	56 ^b ± 7	4,0 ^b ± 1,7
PTNH ₃	58 ^{b,c} ± 3	5,7 ^c ± 2,5
PNTBLOC	60 ^c ± 5	6,4 ^c ± 1,8
BLOCS	12 ± 2	

^{a,b,c} Les moyennes affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$)

Variation de poids

Les résultats de performances (Table 3 et Fig. 1) montrent que les pailles non traitées engendrent une diminution significative ($P < 0,05$) du poids des animaux ; ils confirment les observations de Sansoucy (1982) selon lesquelles les pailles ne peuvent pas couvrir les besoins d'entretien des ruminants vu leur valeur alimentaire médiocre.

Les traitements à l'urée (PTU45) ou à l'ammoniac (PTNH₃) ont par contre permis d'entretenir les animaux et ont en plus engendré une variation positive du poids qui est supérieure dans le cas du traitement à l'ammoniac, ceci a été également observé par Reid *et al.* (1988). C'est ainsi qu'après 120 jours la variation totale de poids observée était de 4 Kg contre 5,7 Kg (soit 33,3 et 47,5 g par jour) respectivement pour PTU45 et PTNH₃.

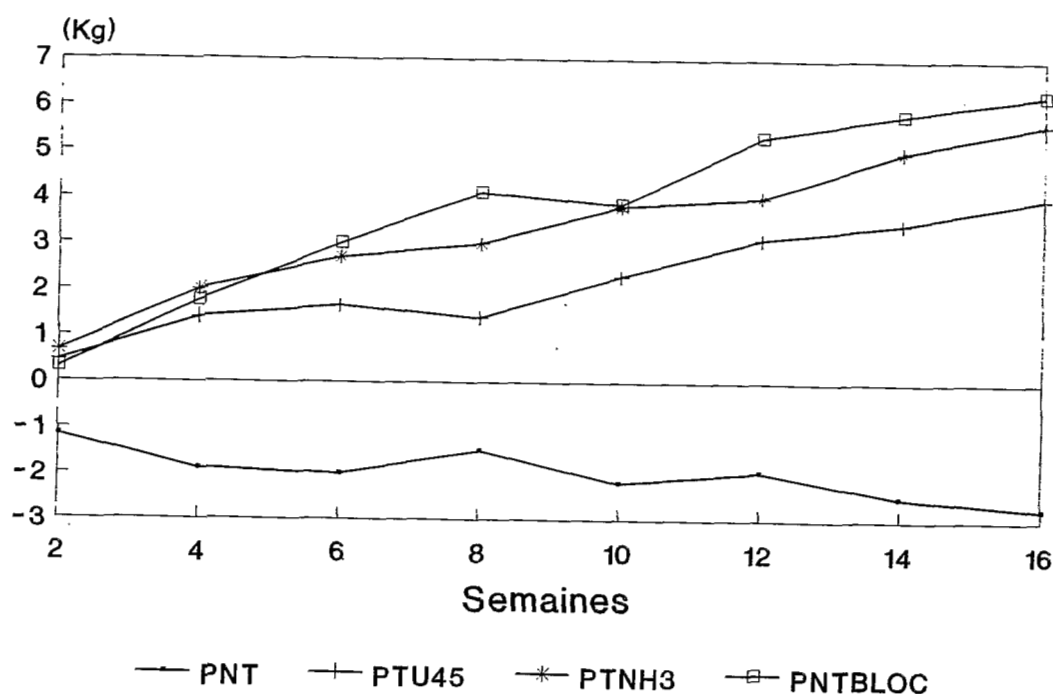


Fig. 1. Variation de poids des brebis.

La possibilité d'entretenir les animaux avec les pailles traitées a été aussi étudiée par Cordesse *et al.* (1989) sur des ovins. Au cours d'un essai de 100 jours, ils ont rapporté que la paille traitée à l'ammoniac complétée avec 70 g d'orge a permis de maintenir le poids des brebis taries. Ces mêmes auteurs ont signalé que l'utilisation de la paille traitée à l'ammoniac pendant de longues périodes (8 cycles de reproduction) est sans effet néfaste sur la santé des animaux.

Les blocs mélasse-urée

La composition chimique (Table 4) montre que les blocs mélasse-urée présentent une valeur nutritive assez intéressante, 32% de matières azotées totales, 37% de cendres dont 11% de calcium et 1% de phosphore. Ainsi, les blocs peuvent servir de complément pour les pailles, l'avantage de leur distribution réside dans le fait qu'ils apportent des compléments catalytiques pour un approvisionnement de l'écosystème ruminal en énergie, en minéraux et en azote.

Les résultats de mesures montrent une amélioration importante de l'ingestion des pailles (+ 40%) avec l'introduction des blocs dont la consommation moyenne par brebis est de 180 g de MS (Table 3).

Nos résultats sont concordants avec les observations d'autres auteurs. C'est ainsi que Sansoucy *et al.* (1988) ont souligné que l'augmentation de la quantité de paille ingérée due à l'apport de blocs est comprise entre 25 et 30%.

Kunju (1986) a aussi signalé une amélioration de l'ingestion de paille de 29,5% en remplaçant 1 kg de concentré par les blocs mélasse-urée chez des bovins (consommation 560 g par animal). Tiwari *et al.* (1990) rapportent sur des troupeaux de buffles une consommation supplémentaire de la paille lorsque les animaux reçoivent des blocs mélasse-urée soit 3,38 kg contre 2,86 kg chez les témoins bien que les deux types de lots recevaient 1 kg de concentré par animal.

Table 4. Composition chimique du bloc mélasse-urée et de ses composants

Produit	MS	% MS		
		MM	N*6,25	ADF
Bloc	72	37	32	14
Litière	85	17	27	27
Son	88	9	9	15
Gr. olive	42	10	10	51
Mélasse	77	9	3	0

^{a,b,c} Les moyennes affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$)

Les résultats de mesure de l'ingestion des blocs montrent que celle-ci est variable selon les auteurs. Exprimée en g par 100 kg de poids vif chez les petits ruminants, elle est de 530 g dans nos essais, 400 g (Sansoucy *et al.*, 1988) et 121 g (Hadjipanayiotou *et al.*, 1989). Ces derniers auteurs ont travaillé sur des caprins. Cette variabilité pourrait s'expliquer principalement par les différentes matières premières incorporées et leurs proportions qui influencent la dureté des blocs.

Par ailleurs, il semble que la teneur d'urée incorporée influence l'ingestion des blocs. Ainsi, El Fouly et Leng (1986) rapportent des valeurs d'ingestion de blocs variables selon le niveau d'urée incorporé. La consommation est d'autant plus faible que le niveau d'urée est élevé. Aussi, l'ingestion de blocs varie avec l'espèce animale (Sansoucy *et al.*, 1988).

La consommation des blocs et leurs effets positifs sur l'amélioration de l'ingestion de paille se sont traduits par une amélioration des performances zootechniques de l'animal. Dans notre expérimentation, les brebis nourries à base de paille et de blocs ont enregistré les meilleurs gains de poids comparés à celles nourries à base de pailles traitées. La variation moyenne de poids étant de 6,4 kg.

Il a été également observé dans d'autres essais, un effet positif de la distribution des blocs mélasse-urée sur des performances zootechniques de l'animal. Ainsi, Sudana et Leng (1986) rapportent une variation positive de poids de 10 g par jour

chez des moutons nourris à base de paille non traitée et de blocs mélasse-urée alors que des animaux non complémentés aux blocs perdaient 53 g par jour. De même, Tiwari *et al.* (1990) trouvent un gain moyen quotidien de poids vif de 288 g chez des buffles complémentés par des blocs alors que les témoins n'en recevant pas enregistrent seulement un gain de 90 g par jour.

Conclusion

Le présent travail montre que le traitement à l'ammoniac ou à l'urée ainsi que sa complémentation par les blocs mélasse-urée améliorent la valeur alimentaire des pailles abondantes dans le nord de la Tunisie. Le traitement à l'urée avec 30 à 50% d'eau est aussi efficace que celui à l'ammoniac et peut par conséquent être appliqué dans les petites et moyennes exploitations.

Les pailles traitées ou complémentées ont permis d'entretenir les animaux et peuvent même satisfaire des besoins de production modestes telles les brebis en début de gestation.

Les traitements des pailles et/ou leur complémentation par les blocs mélasse-urée est un moyen pour minimiser les dépenses en matière d'alimentation en occurrence le recours aux céréales et aux aliments composés coûteux et faisant souvent l'objet d'une spéculation durant cette période de soudure.

Par ailleurs, les blocs de fabrication simple pourraient être transportés facilement et distribués dans les lieux de parcours (cas des éleveurs transhumants).

Références

- ABDOULI, H., KHORCHANI, T. (1987). Conditions d'utilisation de l'urée source d'ammoniac dans le traitement de la paille. *Revue fourrage* 110 : 205-215.
- ABDOULI, H., KHORCHANI, T., KRAIEM, K. (1988). Traitement de la paille à l'urée. II-Effet sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. *Revue fourrage* 114 : 167-176.
- AOAC (1984). Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 14 edn S. Williams, Assoc. Offic. Anal. Chem. Washington D.C.
- BIRKELO, C.P., JOHNSON, D.E., WARD, G.M. (1986). Net energy value of ammoniated wheat straw. *J. Ani. Sci.* 63 : 2044-2052.
- CHERMITI, A., NEFZAOU, A., CORDESSE, R. (1989). Paramètres d'analyse et digestibilité de la paille traitée à l'urée. *Ann. Zoot.* 38 : 63-72.
- COLUCCI, P.E., FALK, D., MACLEOD, G.K., GRIEVE, D.G. (1992). *In situ* organique

- matter degradability of untreated and urea-treated varieties of spring barley and oat straws, and of untreated varieties of winter wheat straws. *Ani. Feed Sci. Technol.* 37 : 73-84.
- CORDESSE, R., FACI, R., MUÑOZ, F., ALIBES, X. (1989). Long term utilization of ammonia treated straws for ewes in Mediterranean countries. Dans : Evaluation of straw in ruminant feeding. Eds Chenost, M., Reiniger, P., pp. 80-85.
- DERYCKE, G., VANABELLE, B., VANBELL, M. (1986). Contribution à l'étude de la valorisation de la paille dans l'alimentation des ruminants par les traitements aux alcalis. 2 - Etude fondamentale du traitement à l'ammoniac. Publication no. 46.
- DIAS DA SILVA, A.A., CRISTINA GUEDES, V.M. (1990). Variability in the nutritive value of straw cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. *Ani. Feed Sci. Technol.* 28 : 79-89.
- DJADJANEGARA, A., DOYLE, P.T. (1989). Urea supplementation compared with pretreatment (1). Effects on intake, digestion and live-weight change by sheep fed a rice straw. *Ani. Feed Sci. Technol.* 27 : 31-47.
- EL FOULY, H.A., LENG, R.A. (1986). Manipulation of rumen fermentation to enhance microbial protein synthesis from NPN supplements. Dans : Extended Synopsis of International Symposium on the rise of nuclear techniques in studies of animal production and health in different environments. IAEA Vienna, Austria, pp. 110-171.
- HADJIPANAYIOTOU, M., LABBAN, L., BADRAN, A. (1989). Effect of block feeding on the performance of dry Shami cows on poor quality roughages. Document technique no.2, FAO/UNDP/SYR/003.
- HASSOUN, P., BA, A. (1990). Mise au point d'une technique de fabrication de blocs multinationnels sans mélasse. *Livestock Research for Rural Development.* 2(2).
- IBRAHIM, N.W.M., SCHIERE, J.B. (1986). Rice straw and related feeds in ruminants rations. *Proceed. of an Intern. Workshop, Sri Lanka.*
- KAYOULI, C. (1988). Traitement des fourrages grossiers en milieu agricole, Rapport de mission FAO du Projet TCP/NER/6758.
- KAYOULI, C., JOUANY, J.P., DEMEYER, D.I., ALI-ALI, H., TAOUEB, H., DARDILLAT, C. (1992). Comparative studies on degradation and mean retention time of solid and liquid phases in the forestomachs of the dromedary and the sheep fed on low-quality roughages from Tunisia. *Ani. Feed Sci. and Technol.* Ref : ANIFEED 640 (sous presse).
- KERNAN, J.A., CROWLE, W.L., SPURR, D.T., COXWORTH, E.C. (1979). Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Ani. Sci.* 59 : 511-517.
- KRAIEM, K., ABDOULI, H., GOODRICH, R.D. (1991). Comparison of the effects of urea and ammonia treatments of wheat straw on intake, digestibility and

- performance of sheep. *Livestock Prod. Sci.* 29 : 311-321.
- KUNJU, P.J. (1986). Urea molasses block, a feed supplement for ruminants. International Workshop on Rice straw and related feeds in ruminants rations, March, Sri Lanka.
- MICHEL, M.C. (1971). Analyse quantitative de quelques substances azotées et glucidiques en milieu biologique. Essai de rationalisation. Thèse, Faculté de Science, Clermont II, no. 43.
- NAKASHIMA, Y., ØRSKOV, E.R. (1990). Rumen degradation of straw : 9. Effect of cellulase and ammonia treatment on different varieties of rice straws and their botanical fractions. *Anim. Prod.* 50 : 309-317.
- NYARKO-BADOHU, D.K. (1991). Détermination de la valeur nutritive des fourrages et sous-produits agro-industriels disponibles au Togo pour l'alimentation du bétail. Mémoire de Spécialisation, INAT-TUNIS.
- ØRSKOV, E.R. (1985). Evaluation of crop residues and agro-industrial by-products using the nylon bag method. Dans : *FAO Animal Prod. and Health*, Paper no. 50 ; pp. 153-161.
- REID, G.W., ØRSKOV, E.R., KAY, M. (1988). A note on the effect of variety, type of straw and ammonia treatment on digestibility and on growth rate in steers. *Anim. Prod.* 47 : 157-160.
- SAADULLAH, M., HAQUE, DOLBERG, F. (1981). Effectiveness of ammonification through urea in improving the feeding value of rice straw in ruminants. *Trop. Ani. Prod.* 6 : 30-36.
- SAHNOUNE, S., BESLE, J.M., JOUANY, J.P. (1989). Treatment of wheat by hydrolysis of urea at low level of water condition. 7th Intern-Symposium (Japan).
- SANSOUCY, R. (1982). Résidu de récolte et sous-produits agro-industriels. Compte rendu de Stage FAO/CIPEA, 21-25 Déc.
- SANSOUCY, R., GYS AARTS, PRESTON, T.R. (1986). Sugarcane as feed. Proceedings of an FAO consultation held in Santo Domingo, 7-11 July.
- SANSOUCY, R., GYS AARTS, PRESTON, T.R. (1988). Molasse-urea blocks as a multivitamin supplement for ruminants. *FAO, Animal Production and Health*, Paper no. 72, pp. 263-278.
- SUDANA, I.B., LENG, R.A. (1986). Effect of supplementing a wheat straw diet with urea or a urea-molasses block and/or cotton seed meal on intake and live-weight change of lambs. *Ani. Feed Sci. Technol.* 16 : 25-35.
- SUNDSTØL, F., COXWORTH, E.C., MOWAT, D.N. (1978). Amélioration de la valeur nutritive de la paille par le traitement à l'ammoniac. *Revue mondiale de Zootechnie* 26 : 13-21.

- TIWARI, S.P., SINGH, U.B., USHA MEHRA, R. (1990). Urea molasses mineral blocks as feed supplement : Effect on growth and nutrient utilization in buffalo calves. *Ani. Feed Sci. Technol.* 29 : 333-341.
- TUAH, A.K., LUFADJEU, ØRSKOV, E. R. (1986). Digestion and utilization of straw. 3. A study on the degradation of untreated and ammonia barley oat and wheat straw varieties and triticale straw. *Ani. Prod.* (in press).
- VAN SOEST, J.P., WINE (1967). Use of detergent in the analysis of fibrous feed. IV. Determination of plant cell wall constituents. *J. of AOAC* 50(1) : 50-55.