

COMPLEMENTATION D'UNE PAILLE TRAITEE A L'UREE ET A L'AMMONIAC : EFFET SUR LA DIGESTIBILITE ET SUR LA CROISSANCE D'AGNEAUX

HOUMANI M.(1), BELLAL M.M. (2) et TISSERAND J.L. (3)

- (1) Département d'Agronomie, Université de Blida, B.P 270, Route de Soumaa, 09100 Blida, Algérie
- (2) Institut National Agronomique El Harrach (Alger)
- (3) Ecole nationale d'enseignement supérieur d'agronomie, B.P 1607, 26036 Dijon cedex, France

RESUME

Le traitement à l'urée a fait passer la teneur en matières azotées totales de la paille de 3,3 à 9,3% (PTU) et de 3,3 à 8,8% avec le traitement à l'ammoniac (PTA). Les pailles PTU et PTA non complémentées ont été ingérées en quantités comparables entre elles et supérieures à la paille PNT offerte seule ou complémentée avec les concentrés C1 ou C2. Offertes avec les concentrés C1 et C2, les quantités de pailles ingérées par des moutons adultes ont été augmentées respectivement de 31 et 44% avec PTU et de 53 et 83% avec PTA. L'apport du concentré C1 n'a pas modifié l'ingestion de PTU contrairement au concentré C2 qui l'a légèrement diminuée (2,3%). Avec PTA, les concentrés C1 et C2 ont permis des ingestions comparables et supérieures à celle notée avec PTA offerte seule (23%). Les traitements ont augmenté les digestibilités de la matière organiques (dMO) de 11,5 et 13,3 points, des matières azotées totales (dMAT) de 61,2 et 60,4 points et de la cellulose brute (dCB) de 25,6 et 25,8 points avec PTU et PTA comparée à PNT. Les dMO des PTU et PTA ont été légèrement augmentées et non modifiées lorsque celles-ci ont été offertes respectivement avec les concentrés C1 et C2. La dMAT a baissé de 3,8 et 17,6 points avec PTU et de 24,5 et 27,8 points avec PTA respectivement offertes avec les concentrés C1 et C2. Les concentrés C1 et C2 ont également affecté la dCB de la PTU de 7 points et celle de PTA de 10 points. La croissance la plus élevée (128 g.j^{-1}) a été observée avec les agneaux ayant reçu la ration (PTU+C1) et la plus faible (102 g.j^{-1}) avec les agneaux nourris avec la ration (PNT+C1).

Mots clés : Paille, traitements, complémentations, digestibilité, agneaux, croissance.

SUPPLEMENTATION OF A STRAW TREATED WITH UREA AND AMMONIA : EFFECTS ON ITS DIGESTIBILITY AND THE GROWTH OF LAMBS

S U M M A R Y

The treatment with urea increased the crude protein content of the straw from 3.3 to 9.3% (PTU) and from 3.3 to 8.8% with ammonia treatment (PTA). The concentrates molasses + coarse ban (C1) and barley + coarse ban (C2) were characterised by a comparable chemical composition and *in vitro* digestibility (divMO and divB) different. PTU and not supplemented PTA were ingested in comparable quantities between them and higher than untreated PNT offered only or supplemented with the concentrates C1 or C2. After supplementation with the concentrates C1 and C2, the quantities of straws ingested by adult sheep were increased respectively of 31 and 44% with PTU and for 53 and 83% with PTA compared with the ingestion of untreated PNT. The contribution of the concentrate C1 did not modify significantly the ingestion of PTU whereas the concentrate C2 slightly decreased (- 2.3%). With PTA, the concentrates C1 and C2 allowed ingestion comparable and higher than that recorded with PTA offered only (+23%). The treatments increased organic digestibility of the matter (dMO) of 11.5 and 13.3 points, of the crude protein (dMAT) of 61.2 and 60.4 points and of crude fibre (dCB) of 25.6 and 25.8 points with PTU and PTA compared with PNT. The dMO of PTU and PTA were slightly increased and not modified when those were supplemented respectively with the concentrates C1 and C2. The dMAT dropped 3.8 and 17.6 points with PTU and 24.5 and 27.8 points with PTA supplemented respectively with the concentrates C1 and C2. The concentrates C1 and C2 have also affected the dCB straw PTU of approximately 7 points and that of PTA of approximately 10 points. However, the dMO, dMAT and dCB of the supplemented treated straws were higher than those of the untreated straw offered with the concentrates C1 and C2. The profit of the live weight highest (128g per day) was observed with the lambs having received the ration (PTU+C1) and (102g per day) with the lambs nourished with ration (PNT+C1).

Keys words : Straw, treatments, supplementation, digestibility, lambs, growth.

1. INTRODUCTION

Le traitement à l'ammoniac anhydre ou généré par hydrolyse de l'urée a pour objet l'amélioration de l'ingestibilité et la digestibilité des fourrages pauvres destinés à la sauvegarde du troupeau en période de pénurie. Il s'agit de faire le choix entre une paille moyennement complémentée et la paille traitée avec ou sans complément. Une complémentation inappropriée entraîne une substitution du fourrage traité par le complément et une diminution de la digestibilité des fourrages traités par suite des phénomènes de digestibilité associative négative. L'effet recherché par le traitement peut être ainsi réduit, voire complètement «gommé» [9]. Selon Chenost [6] et Chermiti [10], les meilleurs compléments sont ceux riches en parois digestibles tels que l'ensilage d'herbe ou les pulpes de betterave. Traditionnellement en Algérie, la complémentation est à base de céréales, particulièrement d'orge. Les raffineries et les minoteries algériennes produisent annuellement respectivement 17 000 tonnes de mélasse de canne et 195 000 tonnes de gros son sans débouchés réels que nous avons utilisés dans cette étude pour constituer deux concentrés : d'une part, mélasse + gros son et d'autre part, orge + gros son. Leur valeur de complémentation pour les pailles traitées ou non a été étudiée sur l'ingestibilité, la digestibilité et sur les performances de croissance d'agneaux.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Paille et compléments

Il s'agit d'une paille de blé dur récoltée dans la localité de Sidi Nadji (Berouaghia) à 80 km au sud d'Alger.

La composition centésimale des concentrés mélasse + gros son (C1) et orge + gros son (C2) est donnée dans le tableau 1. Les digestibilités *in vitro* de la matière organique (DivMO) et de la cellulose brute (DivCB) des concentrés ont été déterminées par une technique inspirée de celle de Tilley et Terry suivant le schéma rapporté par Nefzaoui et Vanbelle [18]. Trois moutons de race locale «Ouled Djellal» porteurs d'une canule ruminale ont servi d'animaux donneurs de jus de rumen. Ils ont été alimentés avec du foin de vesce - avoine distribué à volonté (10% de refus) complémenté avec le concentré étudié ($260 \text{ g.animal}^{-1}\text{.j}^{-1}$). La paille a été offerte à volonté (10 % de refus). Le jus de rumen a été prélevé 3 h après la distribution du repas du matin. Les animaux disposaient d'eau et de pierre à lécher en permanence. Les digestibilités des MAT ont été calculées à partir des tables des aliments de l'Inra [15].

Tableau 1 : Composition centésimale, composition chimique et digestibilité des concentrés

| | Concentrés | |
|--|-------------------------|-------------------------|
| | C1 | C2 |
| Composition centésimale | | |
| Gros son | 70 | 17 |
| Mélasses | 30 | - |
| Orge | - | 83 |
| Composition chimique | | |
| MS (%) | 87,6 ± 3,7 ^a | 83,5 ± 0,6 ^b |
| MO (% de MS) | 92,4 ± 1,6 ^a | 93,6 ± 1,9 ^a |
| CB (% de MS) | 7,9 ± 0,4 ^a | 7,8 ± 0,8 ^a |
| MAT (% de MS) | 12,8 ± 1,6 ^a | 13,5 ± 0,8 ^a |
| Digestibilité <i>in vitro</i> (%) | | |
| DivMO | 68,0 ± 3,2 | 78,0 ± 3,7 |
| DivCB | 44,0 ± 2,3 | 34,0 ± 1,9 |
| DMAT* | 59,0 ± 3,5 | 71,0 ± 2,8 |

C1, concentré 1; C2, concentré 2; MS, matière sèche; MO, matière organique; MAT, matières azotées totales; CB, cellulose brute; DivMO, digestibilité in vitro de la matière organique ; DivCB, digestibilité in vitro de la cellulose brute ; dMAT*, digestibilité des matières azotées totales, valeurs calculées à partir des tables Inra, (1988); Sur une même ligne, les valeurs portant le même indice sont comparables au seuil de 5%.

2.2. Traitements de la paille

La méthode de confection et fermeture des meules est celle préconisée par Sundstol et al., [21]. Les traitements à l'ammoniac anhydre et à l'urée en solution dans l'eau ont concerné chacun 7 tonnes de paille conditionnée en bottes de moyenne densité. L'ammoniac a été injecté à raison de 3 kg par 100 kg de MS de paille dans la meule en film de plastique noir, à l'aide d'un tuyau en PVC troué en spirale, traversant longitudinalement la meule et relié à une bouteille d'ammoniac.

Le traitement à l'urée a été effectué par arrosage de couches successives de bottes de paille à l'aide d'arroseurs manuels. Chaque couche a été arrosée avec une solution de 6 kg d'urée dans 40 kg d'eau pour 100 kg de matière sèche de paille ; la meule a été ensuite fermée.

Les traitements ont été effectués durant les mois de novembre et décembre à la température moyenne de 21°C le jour et de 13°C la nuit.

2.4. Mesure de la digestibilité

La digestibilité a été mesurée sur 5 béliers adultes non castrés (traités contre les parasites internes et externes), de race locale "Ouled Djellal" pesant en moyenne 58 kg, au cours de périodes successives de 35 jours chacune. La période de mesure a été de 10 jours [4]. Les animaux ont reçu successivement la paille non traitée (PNT), la paille traitée à l'urée (PTU), la paille traitée à l'ammoniac (PTA). Chacune des pailles a été offerte d'abord avec le concentré (C1) puis avec le concentré (C2). Les pailles (à volonté) et les concentrés (en quantité limitée 260 gMS.j⁻¹animal⁻¹) ont été distribués en deux repas par jour. Les animaux disposaient de pierres à lécher et d'eau à volonté. La digestibilité de la paille a été calculée par différence en admettant l'absence de digestibilité associative.

2.5. Effets des régimes sur les performances des agneaux en croissance

Soixante douze agneaux mâles de race locale "Ouled-Djellal", âgés de 115 jours ont été choisis dans un troupeau de plus de 150 têtes. Ils ont été répartis en six lots de 12 animaux chacun et de poids vifs moyens comparables (21,6 ± 0,2 kg). Avant l'essai, les animaux ont été traités contre les parasites internes et externes.

Les lots 1 et 2 ont reçu la PNT, les lots 3 et 4 la PTA et les lots 5 et 6 la PTU. En outre, les lots 1, 3 et 5 ont reçu $520 \text{ g.j}^{-1}\text{animal}^{-1}$ de concentré (C1) alors que les lots 2, 4 et 6 ont reçu $530 \text{ g.j}^{-1}\text{animal}^{-1}$ de concentré (C2). Les animaux disposaient de pierres à lécher et d'eau en permanence.

La paille a été offerte à volonté en deux repas par jour à 10 et 16 heures en différée des concentrés qui ont été distribués en un seul repas à 8 heures. Les aliments distribués et les refus ont été pesés chaque jour, les animaux pesés tous les 20 jours, à jeun, individuellement et dans le même ordre.

La durée de l'essai a été de 121 jours dont 21 jours d'adaptation des animaux aux régimes alimentaires.

2.6. Analyses chimiques et calculs statistiques

Les teneurs en matière sèche (MS), en cellulose brute (CB), en matières azotées totales (MAT) et en cendres (MM) ont été déterminées en triple selon les méthodes de l'AOAC [3]. Pour PTU et PTA, la MS a été mesurée sur un échantillon (2g) porté à l'étuve à 60°C jusqu'à poids constant. Pour les concentrés (composition chimique et digestibilité), pour les pailles (composition chimique), pour le bilan azoté et les résultats avec les agneaux, une analyse de variance a été effectuée par le test de Fisher et une comparaison des moyennes par le test de Newmann-Keuls. Pour les effets des traitements et des compléments, une analyse de variance à deux facteurs a été effectuée par le logiciel Stat-itcf [20].

3. RESULTATS

3.1. Essai 1 : Composition chimique et digestibilité in vitro des concentrés

Les teneurs en MO, MAT et CB à l'exception de celle de la MS, sont comparables entre les concentrés C1 et C2. Le concentré C2 est plus digestible pour la DivMO (+10 points) et pour la dMAT calculée (+12 points) et moins digestible pour la DivCB (-10 points) que le concentré C1 (tableau 1). La faible divCB des concentrés serait vraisemblablement due à leur nature et leur proportion dans la ration entraînant des modifications de pH lequel contribue à sélectionner les microorganismes dans le rumen ce qui pour conséquence, des phénomènes de substitution. La méthode utilisée pourrait être également peu appropriée.

3.2. Essai 2 : Effets des traitements et des compléments sur les pailles

3.2.1. Effets des traitements sur la composition chimique des pailles

Par rapport à la PNT, les traitements ont diminué logiquement la teneur en MS des pailles traitées de 5,5 points avec la PTA et de 15,5 points avec la PTU (tableau 2). Les teneurs en MAT ont augmenté de 5,5 points avec la PTA et 6,0 points avec la PTU (tableau 2). Le traitement à l'urée a diminué la teneur en CB de la PTU de 2,4 points mais n'a pas modifié celle de la PTA (tableau 2).

3.2.2. Effets des traitements et compléments sur l'ingestibilité des pailles

Les traitements ont augmenté les quantités de paille ingérées de 16,1% (41,6 à 48,3 g MS.kg⁻¹P^{0.75}) avec la PTU et de 17,0% (41,6 à 48,7 gMS.kg⁻¹P^{0.75}) respectivement pour la PTU et la PTA. Par rapport à la PNT offerte seule, la PNT complétée a été moins ingérée de 6,5% (38,9 g MS.kg⁻¹P^{0.75}) avec le concentré C1 et de 21,1% (32,8 gMS.kg⁻¹P^{0.75}) avec le concentré C2. La PTU a été ingérée en quantités comparables et inférieures respectivement distribuée avec les concentrés C1 (51,2 gMS.kg⁻¹P^{0.75}) et C2 (47,2 gMS.kg⁻¹P^{0.75}) qu'offerte seule (48,3 gMS.Kg⁻¹P^{0.75}). Par contre, l'ingestion de la PTA offerte avec les concentrés C1 et C2 a été ingérée en quantité comparable mais plus élevée de 22 à 23% que celle observée sans complémentation (tableau 3).

3.2.3. Effets des traitements et compléments sur la digestibilité des pailles

Les traitements ont amélioré la digestibilité de la matière organique (dMO) de la PTU (11,5 points) et de la PTA (13,3 points) comparée à celle de la paille PNT. La dMO de la PTU a été augmentée de 5,2 points avec le concentré C1 et non modifiée de façon significative avec le concentré C2. La dMO de la PTA a été baissée de 3,9 points avec le concentré C2 et non modifiée avec le concentré C1 (tableau 3). Les traitements ont amélioré la digestibilité des matières azotées totales (dMAT) de 61,2 points avec la PTU et de 60,4 points avec la PTA comparées à la PNT. Par contre, l'apport des concentrés a diminué la dMAT des pailles traitées (3,8 et 24,5 points respectivement avec PTU et PTA offertes avec C1 ; 17,6 et 27,8 points

Tableau 2 : Composition chimique des pailles

| | Composition chimique en % de MS | | |
|-----------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | PNT | PTA | PTU |
| MS (%) | 91,4 ± 2,1 ^a | 85,9 ± 5,1 ^a | 76,4 ± 8,2 ^b |
| MO | 94,4 ± 0,9 ^a | 94,4 ± 0,4 ^a | 93,8 ± 0,0 ^a |
| MAT | 3,3 ± 0,6 ^a | 8,8 ± 1,1 ^b | 9,3 ± 1,7 ^b |
| CB | 39,1 ± 1,7 ^a | 40,5 ± 0,9 ^a | 36,7 ± 1,4 ^c |
| Nf/Na (%) | | 35,8 ± 4,3 | 34,3 ± 6,5 |

PNT, paille non traitée; PTA, paille traitée à l'ammoniac; PTU, paille traitée à l'urée; MS, matière sèche; MO, matière organique; MAT, matières azotées totales; CB, cellulose brute; Nf, azote fixé; Na, azote appliqué. Sur une même ligne, les valeurs portant un même indice sont comparables au seuil de 5%.

Tableau 3 : Influence de quelques facteurs du milieu sur la présence-absence des espèces d'*Onobrychis*.

| Caractères Espèces | PL (mm) | | | AL (m) | | | pH | | | CT (%) | | | CO (mmhos/cm) | | |
|------------------------|---------|-----|----|--------|-----|----|------|------|----|--------|------|----|---------------|------|----|
| | P | A | S | P | A | S | P | A | S | P | A | S | P | A | S |
| <i>O. caput-galli</i> | 678 | 566 | ns | 577 | 901 | ** | 8.19 | 8.33 | ns | 17.7 | 24.9 | ns | 0.17 | 0.22 | ns |
| <i>O. argentea</i> | 638 | 651 | ns | 1067 | 609 | ** | 8.29 | 8.22 | ns | 22.1 | 19.2 | ns | 0.20 | 0.18 | ns |
| <i>O. alba</i> | 633 | 651 | ns | 1110 | 612 | ** | 8.23 | 8.22 | ns | 20.3 | 19.4 | ns | 0.22 | 0.18 | ns |
| <i>O. crista-galli</i> | 517 | 663 | ns | 575 | 668 | ns | 8.42 | 8.20 | ns | 22.8 | 19.2 | ns | 0.21 | 0.18 | Ns |

P : moyenne des sites où l'espèce est présente ; A : moyenne des sites où l'espèce est absente ;
S : niveau de signification, ns : non significatif ; ** : signification à 1%.

respectivement avec PTU et PTA offertes avec C2). Les traitements ont augmenté la digestibilité de la cellulose brute (dCB) des pailles de 26 points. Le concentré C2 a été sans effet sur la dCB de la paille PNT contrairement au concentré C1 qui l'a augmentée de 11,1 points. La dCB des pailles traitées a été affectée par l'apport des concentrés C1 et C2 comparée à celle des mêmes pailles traitées distribuées seules.

3.2.4.- Bilan azoté

L'azote retenu est passé de - 34,2 à 16,5 et 16,9% de l'azote ingéré respectivement avec PNT, PTU et PTA offertes seules (tableau 4). L'apport des concentrés C1 et C2 avec PNT a ramené la proportion d'azote retenu / azote ingéré à des niveaux légèrement supérieurs (17,5 et 18,2%) à ceux notés avec PTU et PTA offertes seules. L'azote retenu / azote ingéré est plus intéressant avec les rations PTU+C2 (35,5%) et PTA+C1 (34,8%) comparées aux rations avec PNT distribuée avec le concentré respectif. L'excrétion azotée fécale est plus élevée avec les rations avec PTA (34 à 38% de l'azote ingéré) qu'avec PTU (27 à 32%).

3.3.- Essai 3 : Résultats observés avec les agneaux

3.3.1.- Ingestion des rations et de la paille

Les rations à base de PTA sont ingérées en quantités plus élevées que celles à base de PTU, elles-mêmes plus consommées que les rations à base de PNT quel que soit le concentré considéré (C1 ou C2) (tableau 5).

Pour ces deux pailles, l'apport des deux concentrés (C1 et C2) n'a pas entraîné des ingestions significativement différentes (45,8 et 44,5 g MS.kg⁻¹ P^{0,75} avec PTA; 38,7 et 39,1 g MS.kg⁻¹ P^{0,75} avec PTU). Par contre, la PNT offerte avec (C1) a été ingérée en quantité plus élevée qu'avec (C2) (35,6 contre 32,3 g MS.kg⁻¹ P^{0,75}). Par rapport à la PNT, les augmentations de l'ingestion des pailles traitées offertes avec (C1) ont été de 8,7 et 28,6% respectivement avec PTU et PTA alors qu'avec (C2), les augmentations sont de 21,0% et de 37,8%.

3.3.3. Croissance et Indice de consommation

La croissance la plus élevée a été observée avec les agneaux recevant la ration PTU+C1 (127,8 g.j⁻¹) et la plus faible avec ceux recevant

Tableau 4 : Bilan azoté des rations contenant des pailles traitées

| Régimes Compléments | PNT | | | PTU | | | PTA | | |
|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Sans | C1 | C2 | Sans | C1 | C2 | Sans | C1 | C2 |
| Ni (g/j) | 3,8 ± 0,1 ^a | 9,1 ± 1,2 ^b | 10,4 ± 0,7 ^b | 13,3 ± 0,5 ^c | 21,7 ± 1,8 ^b | 20,6 ± 2,4 ^d | 13,6 ± 0,3 ^c | 23,2 ± 3,9 ^e | 19,6 ± 3,6 ^d |
| Nf (g/j) | 3,4 ± 0,3 ^a | 4,8 ± 0,3 ^b | 4,5 ± 0,2 ^b | 4,0 ± 0,7 ^b | 6,9 ± 1,1 ^c | 5,6 ± 1,1 ^a | 3,9 ± 1,2 ^b | 8,0 ± 1,1 ^d | 7,5 ± 3,6 ^d |
| Nu (g/j) | 1,7 ± 0,1 ^a | 3,4 ± 0,2 ^b | 4,0 ± 1,2 ^b | 7,1 ± 0,2 ^c | 7,8 ± 0,9 ^d | 8,1 ± 0,4 ^d | 7,4 ± 0,8 ^c | 7,4 ± 1,4 ^c | 6,6 ± 1,5 ^c |
| Nr (g/j) | -1,3 ± 0,2 ^f | 0,9 ± 0,1 ^a | 1,9 ± 1,2 ^a | 2,2 ± 0,2 ^c | 6,7 ± 1,4 ^d | 5,7 ± 1,2 ^b | 2,3 ± 0,1 ^e | 8,2 ± 1,5 ^e | 5,5 ± 1,1 ^b |
| (Nr/Ni) x 100 | -34,2 | 17,5 | 18,5 | 16,5 | 32,2 | 35,5 | 16,9 | 34,8 | 28,0 |

PNT, paille non traitée; PTA, paille traitée à l'ammoniac; PTU, paille traitée à l'urée; C1, concentré 1; C2, concentré 2 ; Ni, azote ingéré; Nf, azote fécal; Nu, azote urinaire; Nr, azote retenu. Sur une même ligne, les valeurs portant un même indice sont comparables au seuil de 5%.

la ration PNT+C1 (102,5 g.j⁻¹). Les croissances ont été comparables avec les agneaux recevant la PTU offerte avec (C1) et (C2), elles mêmes comparables à celle observée avec les agneaux nourris avec PTA+C2 (tableau 5). L'indice de consommation le plus élevé (10,6 kg MS.kg⁻¹ de gain de poids vif) a été noté avec les agneaux recevant la ration PTA+C1 et le plus faible (7,8 kg MS.kg⁻¹ de gain de poids vif) avec ceux recevant la ration PTU+C1 (tableau 5).

4.- DISCUSSION

Les effets des traitements à l'urée ou à l'ammoniac sur la composition chimique de la paille n'appellent pas de commentaires particuliers; de nombreux auteurs [11, 13, 14] ont rapporté des effets semblables.

Avec les moutons adultes, les pailles PTU et PTA sont ingérées en quantité plus élevée que la PNT en raison de l'enrichissement de la paille en azote et la fragilisation des parois végétales par les traitements, ce qui stimule la prolifération des micro-organismes du rumen et leur activité cellulolytique entraînant une digestibilité plus élevée [8]. La présence de l'orge riche en amidon, en proportion élevée (83%) dans le concentré C2 serait à l'origine de la baisse des niveaux d'ingestion notés avec la PNT et la PTU en comparaison avec l'ingestion des mêmes pailles offertes seules. Cette situation conforte les observations faites par Chenost [6] et Chermity [10] selon lesquels l'ingestion des pailles traitées peut être réduite lorsque les compléments contiennent une forte proportion de céréales. Cependant, cette baisse n'a pas été observée avec la PTA, ce qui laisse croire qu'elle serait vraisemblablement due à l'odeur et à la saveur de l'urée [19]. Le risque de "piégeage" de l'ammoniac dans l'humidité de la paille PTU (76,4% de MS) par phénomène de lessivage contrairement à la paille PTA, accentuerait cet effet défavorable de la saveur et de l'odeur de l'urée sur l'ingestion de la PTU. La mélasse avec le concentré C1 apportant de l'énergie sous un faible volume a favorisé l'ingestion de la paille PNT ou encore, a vraisemblablement masqué l'odeur et la saveur de l'urée avec la paille PTU, ce qui justifierait la différence d'ingestion respectivement notée avec la paille PNT ou la paille PTU complémentées avec les concentrés C1 et C2. Les différences de niveaux d'ingestion entre PTU et PTA complémentées concordent avec les résultats de Borhami et al. [5], Alibes et al. [2] et Munoz et al. [16]. Les augmentations dans l'ingestion notées avec la PTA sont plus élevées que celle rapportée par Demarquilly et al. [12] (15 g MS.kg⁻¹P^{0,75})

Tableau 5 : Résultats observés avec les agneaux

| Régimes | PNT | | PTA | | PTU | |
|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Alimentaires | | C1 | C2 | C1 | C2 |
| Nombre d'animaux | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Durée de l'essai (j) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Poids vif Initial (kg) | 21,5 ± 0,7 ^a | 21,9 ± 1,2 ^a | 21,7 ± 0,7 ^a | 21,5 ± 1,6 ^a | 21,6 ± 0,8 ^a | 21,3 ± 0,9 ^a |
| Poids vif final (kg) | 31,7 ± 1,9 ^a | 32,6 ± 2,4 ^a | 33,9 ± 1,3 ^a | 32,9 ± 1,2 ^a | 34,4 ± 1,6 ^a | 33,6 ± 1,3 ^a |
| Gain moyen quotidien (g) | 102,5 ± 4,5 ^c | 107,4 ± 2,9 ^{cd} | 121,8 ± 9,1 ^{ab} | 113,6 ± 4,0 ^{bd} | 127,8 ± 15,3 ^a | 123,0 ± 8,3 ^a |
| Quantité ingérée (gMS/kgP ^{0,75}) | | | | | | |
| Ration totale | 71,2 ± 2,5 ^a | 76,7 ± 2,9 ^b | 88,0 ± 1,2 ^d | 88,6 ± 1,3 ^d | 84,0 ± 1,8 ^c | 83,5 ± 1,0 ^c |
| Paille seule | 35,6 ± 1,2 ^a | 32,3 ± 1,5 ^b | 45,8 ± 0,9 ^d | 44,5 ± 1,2 ^d | 38,7 ± 1,3 ^c | 39,1 ± 1,7 ^c |
| Concentrés / ingéré total (%) | 50,0 | 57,9 | 48,0 | 49,8 | 53,9 | 53,2 |
| Indices de consommation | | | | | | |
| (kg MS/kg de gain de PV) | 8,1 ± 0,2 ^a | 8,4 ± 0,5 ^a | 10,6 ± 0,4 ^c | 9,3 ± 0,3 ^b | 7,9 ± 0,7 ^a | 8,1 ± 0,4 ^a |

PNT, paille non traitée; PTA, paille traitée à l'ammoniac; PTU, paille traitée à l'urée; C1, concentré 1; C2, concentré 2; PV, poids vif. Sur une même ligne, les valeurs portant un même indice sont comparables au seuil de 5%.

avec des pailles traitées à 3,5 et 5% d'ammoniac et complétementées avec des pulpes de betterave.

L'amélioration de la dMO avec les pailles PTU et PTA non complétementées comparée à celle de la PNT, conforte les résultats de Munoz et al. [17] selon lesquels la dMO des pailles traitées est d'autant plus élevée que leur teneur en MAT est augmentée. Les traitements à l'urée ou à l'ammoniac anhydre permettent généralement de réduire l'écart entre les teneurs en PDIN et PDIE de la paille traitée [15]. Les concentrés C1 et C2 avec des teneurs en PDIN et PDIE respectivement de 86 et 80 g (C1) et 84 et 98 g (C2) calculées à partir des tables Inra [15], ne permettent pas de mobiliser les PDIE de la paille PNT, elle-même déficitaire en azote (44 g PDIE contre 22 g PDIN par kg de MS). Le concentré C1 favoriserait l'action digestive des microorganismes du rumen sur les pailles traitées, ce qui confirme les résultats de Chenost [6] et Chermiti [10] selon lesquels une forte proportion de céréales dans les compléments ne favorise pas la digestibilité des pailles traitées. Ainsi, les augmentations de dMO avec PTA et PTU offertes avec le concentré C1, (10,8 et 14,2 points comparée à la PNT) sont proches de celles rapportées par Abdouli et al. [1] avec 12,4 points avec une paille traitée à l'urée complétementée d'orge + CMV et, par Chenost [7] et Chermiti et al. [11] avec respectivement 13,3 et 13,8 points avec des pailles traitées à l'ammoniac complétementées avec des pulpes de betterave et un concentré jeunes ovins. Par contre, les augmentations de dMO avec PTU (7,0 points) et PTA (6,1 points) apportées avec le concentré C2 ont été de moitié inférieures à celles notées par Chenost [7] et Chermiti et al. [11]. La baisse de la dMAT de PTA et PTU offertes avec les concentrés C1 et C2 concorde avec celle notée par Borhami et al. [5]. Cette situation peut être expliquée par l'excrétion azotée fécale plus élevée avec le traitement à l'ammoniac (34 et 38% de l'azote ingéré des rations) qu'avec celui à l'urée (27 et 32% de l'azote ingéré des rations) (tableau 4) par suite d'une moins bonne utilisation par les microorganismes du rumen de l'azote apporté par le traitement à l'ammoniac [13].

L'action alcaline des traitements sur l'amélioration de la digestibilité de la cellulose brute (dCB) a été mieux mise à profit avec PTU et PTA non complétementées, les traitements ayant certainement réduit l'écart entre les PDIN et PDIE, l'introduction des concentrés ayant baissé le pH du jus de rumen entraînant une diminution de l'activité cellulolytique de la micro-flore ruminale. Le concentré C1 valoriserait mieux la PTU que le concentré C2 et inversement avec la PTA; ce qui est logique en raison d'une meilleure synchronisation azote – énergie.

La distribution des concentrés (C1 et C2) avec les pailles traitées a permis d'assurer une modeste croissance à des agneaux, légèrement plus élevée qu'avec la paille non traitée. La faible dMAT observée avec la PTA offerte avec le concentré (C2) s'est traduite chez les agneaux par une croissance comparable à celle permise avec la PNT complétée également avec le concentré (C2); il semble donc que le concentré (C2) n'a pas permis de mettre à profit l'effet du traitement de la paille à l'ammoniac contrairement au concentré (C1) riche en glucides rapidement fermentescibles.

Les indices de consommation plus élevés avec les régimes contenant la PTA qu'avec les régimes renfermant la PTU peuvent être expliqués par les ingestions de PTA plus élevées.

CONCLUSION

Le traitement à l'ammoniac anhydre et à l'ammoniac généré par hydrolyse de l'urée augmente la teneur en matières azotées totales de la paille de blé respectivement de 56 et de 60 g/kg MS. Cette amélioration de la teneur en MAT s'est répercutée favorablement sur l'ingestion et sur la digestion des pailles traitées offertes seules. Les concentrés C1 et C2 n'ont pas augmenté l'ingestion de la PTU ; par contre, ils ont augmenté celle de la PTA.

Le concentré C1 a permis de meilleures dMO avec PTU et PTA que le concentré C2 mais tous deux ont affecté plus ou moins différemment leurs dMAT et dCB.

Les croissances des agneaux sont modestes mais légèrement plus élevées avec les animaux ayant reçu les pailles traitées. L'on déduit qu'en raison des performances modestes observées avec les agneaux, le concentré C1 plus que le concentré C2, est mieux indiqué pour compléter la paille de blé traitée destinée aux animaux en période de pénurie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDOULI H., KHORCHANI K., KRAIEM M K., 1988.-** Traitement de la paille à l'urée II- Effets sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. *Revue fourrages*, 114, 167-176. [1]
- ALIBES K., MUNOZ F., FACI F., 1984.-** Anhydrous ammonia-treated cereal straw for animal feeding. Some results from the mediterranean area. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 10, 239-246. [2]
- AOAC., 1975.-** Official methods of analysis, 12th ed., Washington, DC. [3]
- BENAHMED H., DULPHY J.P., 1985.-** Note sur la valeur azotée des fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac. *Ann. Zootech.*, 30, 335-346. [4]
- BORHAMI B.E.A., SUNDSTOL F., GARO T.H., 1982.-** Studies on ammonia - treated straw. II. Fixation of ammonia in treated straw by spraying acids. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 7, 53-59. [5]
- CHENOST M., 1987.-** Influence de la complémentation sur la valeur alimentaire et l'utilisation des mauvais foin et des pailles par des ruminants. In " *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*". C. Demarquilly (éd.), INRA. Paris, pp 183-198. [6]
- CHENOST M., 1989) .-** Intérêt comparé du traitement à l'ammoniac et d'une complémentation appropriée de pailles de blé (niveau et nature des compléments énergétiques et azotés) pour l'alimentation de génisses de race laitière de deux ans en croissance hivernale modérée. *Ann. Zootech.*, 38, 29-47. [7]
- CHENOST M., 1991.-** Utilisation digestive des pailles. Options méditerranéennes Série A. *Sém. Méd.* 16, 67-72. [8]

- CHENOST M., KAYOULI C., 1997.-** Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes. Etude FAO, Prod. Santé Anim. 135, 226 p. [9]
- CHERMITI A., 1994.-** Utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants dans la zone méditerranéenne. Résumé du rapport final. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, 16, 143. [10]
- CHERMITI A., NEFZAQUI A., TELLER E., VANBELLE M., 1991.-** Optimisation du traitement des pailles de céréales à l'ammoniac et à l'urée. Evaluation de l'efficacité des traitements à partir des pertes de produits volatils. *Revue de l'Agriculture*. 44, 1189 -1190. [11]
- DEMARQUILLY C., CHENOST M., RAMIHONE B., 1989.-** Intérêt zooteknique du traitement des pailles à l'ammoniac. In Pâturages et alimentation des ruminants en zones tropicale humide. Pointre-à-Pitre (Guadeloupe), 2-6 juin 1987. éd. INRA Paris, 441 - 455. [12]
- HASSEN L., CHENOST M., 1992.-** Tentative explanation of the high abnomal faecal nitrogen excretion with poor quality roughages-treated with ammonia. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 38, 25-34. [13]
- HOUMANI M., 1998.-** Effets comparés de l'aspersion mécanique de l'urée en solution sur andain au champ et manuelle sur bottes pour le traitement de la paille de blé sur sa digestibilité et sur la croissance d'agneaux. *Ann. Zootech.* 47, 205-213. [14]
- INRA., 1988.-** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ouvrage collectif dirigé par R. Jarrige Ed.Inra, Paris, France, 476 p. [15]
- MUNOZ F, Joy M., Andueza JD., 1992.-** Evaluation of cereal straw treatment comparing anhydrous ammonia vs. Urea solution. *Options méditerranéennes, série B, CIHEAM/FAO* 6, 27-36. [16]
- MUNOZ F., 1994.-** Joy M., Andueza J., Alibes K., Evaluation of cereal straw treatment comparing anhydrous ammonia vs urea solution. *Options Méditerranéennes. Série B : Etudes et recherches* 6, 27-37. [17]

NEFZAOUI A., VANBELLE M., 1984.- Evaluation des méthodes in vitro pour prédire la valeur nutritive des résidus de récolte et des sous-produits agro - industriels des pays en voie de développement. Publication n°37, Labo. Biochimie de la nutrition, Faculté des Sciences Agronomiques, Univ. Catholique de Louvain, Belgique. 38p. [18]

NIZZI M., 1988.- Les sous-produits agro - industriels liquides dans l'alimentation des bovins à l'engrais. 3^{ème} Salon sur l'élevage bovin, Annaba (Algérie), [19]

STAT - ITCF, 1987-1988.- Version 4. [20]

SUNDSTOL 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. [21]