

VALORISATION DES PAILLES DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS : TRAITER À L'URÉE OU INCORPORER L'URÉE DANS LE COMPLÉMENT

HOUMANI MOHAMED

Département d'Agronomie – Fac. Agro-vétérinaire et biologique.
Univ. Saad DAHLAB - Blida TellFax : 025 43 80 78

Résumé : La paille est mieux ingérée (48,3 gMS/kg PM) après qu'avant traitement à l'urée (41,6 gMS/kg PM). Traitée et complémentée, elle est moins ingérée (+2,9 à 18,5 %) que non traitée mais complémentée (+13,5 à 36,7 % selon le complément). Les digestibilités des constituants organiques sont plus élevées avec la paille traitée (Pt) de : 14,1 points pour la dMO, 25,6 points pour la dCB et 61,2 points pour la dMAT qu'avec la paille non traitée (Pnt). Les écarts entre les digestibilités de la Pt complémentée et la Pnt complémentée sont variables avec le complément de : 6,2 à 10,8 points pour la dMO, 9,7 à 18,8 points pour la dCB et 51,3 à 52,5 points pour la dMAT en faveur de Pt. Le bilan azoté est nul avec Pnt contre 16,9 % avec Pt, offertes seules. La Pt complémentée permet un meilleur bilan azoté de la ration que la Pnt complémentée (28,3 à 32,6 % contre 7,6 à 17,4 % d'azote retenu / azote ingéré selon le complément considéré).

Mots-clé : paille, urée, traitement, complémentation, comparaison.

Abstract : Valorization of straws in the ruminants food : To treat with urea or to incorporate urea in the supplement. The straw is ingested better (48,3 g DMI/kg PM) after before urea treatment (41,6 g DMI/kg PM). Treated and supplemented, it is less ingested (+ 2,9 to 18,5 %) that untreated but supplemented (+13,5 to 36,7 % according to the supplement). Digestibilities of organic components are higher with the treated straw (Pt) of : 14,1 points for the dOM 25,6 points for the dCF and 61,2 points for the dCP that with the untreated straw (Pnt). The variations between digestibilities of Pt and Pnt supplemented are with the complement of : 6,2 to 10,8 points for dOM, 9.7 to 18.8 points for dCF, and 51.3 to 52.5 points for dCP in favour of Pt. The nitrogen assessment is null with Pnt and is 16,9% with Pt, offered against only. Supplemented Pt allows a better nitrogen assessment of the ration than supplemented Pnt (28,3 to 32,6 % against 7,6 to 17,4 % fixed nitrogen / ingested nitrogen according to the considered supplement).

Key- words : straw, urea, treatment, supplementation, comparison.

INTRODUCTION

Le traitement à l'urée améliore la teneur en matières azotées totales des pailles (Chenost et Demarquilly, 1987 ; Chermiti, 1994 ; Houmani, 2001). Cependant, le taux d'azote fixé par rapport à la quantité d'azote appliquée se situe autour de 30 %, soit 70 % de pertes. En outre, 24 à 27 % de l'azote fixé ne sont pas utilisés dans le rumen et se retrouvent dans les fèces (Demarquilly, Chenost et Ramihone, 1987). Cette situation suscite l'intérêt de comparer traitement de la paille à l'urée et complémentation avec l'urée. En effet, avec des rations à base de paille traitée ou non à l'urée, Chenost et Demarquilly (1987), et Chermiti (1994), rapportent que pour favoriser la digestibilité de la paille, il est souhaitable que la complémentation contienne des aliments riches en parois digestibles tels que l'ensilage d'herbe ou les pulpes de betterave. Cependant, Grenet et Dulphy (1984), observent des résultats avec une complémentation à base d'orge et de maïs similaires à ceux notés par Chenost et Demarquilly (1987), avec une complémentation d'ensilage d'herbe et de pulpes de betterave. Dans ce sens, nous testons l'effet de trois compléments (orge, mélasse, concentré composé avec ou sans urée selon que la paille est traitée ou non) sur la digestibilité de la paille et sur le bilan azoté des rations.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Traitement de la paille : 18 quintaux de paille étalée sur le sol sont arrosés avec une solution d'urée (60g d'urée dans 400g d'eau par kg de MS) à l'aide d'arrosoirs manuels. La paille ainsi aspergée, est retournée avec des fourches avant d'être bottelée au moyen d'une ramasseuse-presse. Elle est ensuite, mise en meule couverte avec des feuilles en plastique noir. Le traitement a lieu en été et le stockage dure deux mois à une température moyenne de 31°C.

Préparation des aliments de complémentation : L'urée est dissoute dans un peu d'eau. La solution obtenue sert à arroser l'orge concassée au moment de la distribution aux animaux. La solution d'urée est mélangée à la mélasse. L'ensemble mélasse - urée sert à arroser la paille au moment de la distribution. Le concentré avec ou sans urée est préparé à l'aide d'un broyeur - mélangeur selon la formule préalablement établie (tableau I).

Tableau I : Aliments de complément et régimes étudiés.

Aliments de complément (%)	Paille non traitée (Pnt)	Paille traitée à l'urée (Ptu)
Orge + urée	94 + 6	
Mélasse + urée	94 + 6	
Orge		100
Mélasse		100
Concentré avec urée		
Orge	61,0	61,0
Gros son de blé	33,4	34,5
Calcaire	3,0	3,0
Sel	1,5	1,5
Urée	1,1	0,0

La composition chimique de la paille et des compléments est présentée dans le tableau II.

Tableau II : Composition chimique de la paille et des aliments de complément.

	MS (%)	En % de la MS			
		MO	MM	CB	MAT
Paille non traitée	88,0	92,6	7,4	42,0	2,9
Paille traitée	79,8	92,7	7,2	38,6	8,9
Orge	86,0	96,5	3,4	6,2	6,3
Orge + urée	88,4	96,6	3,6	6,2	25,1
Mélasses	74,0	86,0	14,0	---	5,5
Mélasses + urée	76,0	86,0	14,0	--	28,9
Concentré + urée	89,0	93,0	6,9	6,8	13,5
Concentré sans urée	88,0	89,5	10,5	7,3	8,8

MS : matière sèche ; *MO* : matière organique ; *MM* : matières minérales ; *CB* : cellulose brute ; *MAT* : matières azotées totales.

Mesure de la digestibilité de la paille

Les mesures de la digestibilité de la paille sont déterminées par la méthode in vivo. Dix moutons non castrés pesant en moyenne 49 kg de poids vif, répartis en deux lots de même effectif sont utilisés chacun durant quatre périodes successives de 35 jours chacune (21 jours d'accoutumance au régime alimentaire dans des box individuel au sol, 4 jours d'adaptation à la cage et 10 jours de bilan digestif). La paille est distribuée ad libitum (10 à 15% de refus en deux repas par jour (10 et 16 heures). Les aliments de complément sont offerts également en deux repas par jours (9 et 14 heures) en quantité limitée

(tableau III). La digestibilité de la paille est calculée par différence avec celle de la ration. Pour cela, nous mesurons la digestibilité des aliments de complément par la méthode in vitro (Tilley et Terry, 1963). Le jus de rumen est prélevé sur 3 moutons adultes porteurs de canule ruminale. Ils sont alimentés avec de la paille traitée ou non complémentée avec le complément testé avec ou sans urée selon le cas. Les aliments de complément sont distribués dans les mêmes conditions que dans le cas de la mesure de la digestibilité in vivo. La digestibilité des aliments de complément est donnée dans le tableau IV.

Tableau III : Rations distribuées (gMS/j).

Rations	1	2	3	4	5	6	7	8
Paille non traitée	900	---	1060	---	1180	---	1010	---
Paille traitée	---	1070	---	960	---	1010	---	900
Orge	---	---	---	207	---	---	---	---
Mélasses	---	---	---	---	---	180	---	---
Concentré	---	---	---	---	---	---	---	180
Orge + 6 % d'urée	---	---	220	---	---	---	---	---
Mélasses + 6% d'urée	---	---	---	---	191	---	---	---
Concentré + 1.1% d'urée	---	---	---	---	---	---	280	---

Analyses chimiques et calculs statistiques

Elles sont effectuées en triple selon les méthodes de l'AOAC (1975). L'analyse de la

variance est réalisée par le test de Fischer et la comparaison des moyennes par le test Newman-Keuls.

Tableau IV : Aliments de complément et régimes étudiés.

Digestibilité (%)	orge	Orge+urée	Mélasse	Mélasse + urée	Concentré	Concentré + urée
MO	84	89	81	87	78	81
CB	34	45	-	-	49	53
MAT	68	72	26	38	72	75

MS : matière sèche ; MO : matière organique ; CB : cellulose brute ; MAT : matières azotées totales.

RÉSULTATS

Ingestion de la paille

Effet du traitement à l'urée : La paille distribuée seule est mieux ingérée après (48,3g MS/kg PM) qu'avant traitement (41,6g MS/kg PM) ; soit une différence de 6,7g MS/kg PM. La paille traitée distribuée seule est mieux ingérée que lorsqu'elle est complé- mentée avec un concentré à base de céréales (tableau V).

Effet de la complémentation : La paille complé- mentée est mieux ingérée avant qu'après traitement à l'urée. Non traitée et complé- mentée, elle est ingérée entre 47,2g et 56,9g MS/kg PM valeurs notées respective- ment avec Cu et M+U. Traitée et complé- mentée, elle est ingérée entre 43,8g /kg PM et

49,3g MS/kg PM, valeurs respectives avec C et M. L'ingestion de la paille traitée ou non est variable avec la nature des compléments. Les compléments Cu, O+U et M+U ont amé- lioré l'ingestion de la paille non traitée res- pectivement de 5,7g, 6,2g et 15,4g MS/kg PM. L'ingestion de la paille traitée offerte avec la mélasse est comparable à celle de la paille traitée distribuée seule. Par contre, l'orge ou le concentré (C) diminue l'ingestion de la paille traitée respectivement de 4,2g et 4,5g MS/kg PM. La paille traitée complé- mentée ou non avec la mélasse est ingérée à des niveaux comparables à ceux de la paille non traitée complé- mentée avec O+U ou avec Cu (tableau V).

Tableau V : Ingestion de la paille.

	P	Pt	P+O+U	Pt+O	P+M+U	Pt+M	P+Cu	Pt+C
Ration								
- gMS/j	799	947	1155	1053	1254	1005	1203	1165
- gMS/kgPM	41,6±1,4 ^g	48,3±1,0 ^f	58,9±1,2 ^d	54,8±0,3 ^e	67,3±0,7 ^a	55,2±50,8 ^e	66,2±0,5 ^b	62,2±0,8 ^c
Paille seule								
- gMS/j	799	947	935	846	1047	892	885	796
- gMS/kgPM	41,6±1,4 ^e	48,3±1,0 ^{cb}	47,7±2,0 ^{cb}	44,0±2,8 ^d	56,9±0,6 ^a	49,3±1,9 ^b	47,2±2,8 ^c	43,8±0,5 ^d

P : Paille ; PT : Paille traitée ; O : Orge ; M : Mélasse ; U : Urée ; Cu : concentré avec urée ; C : concentré sans urée
PM : poids métabolique. Sur la même ligne, valeurs marquées du même signe sont comparables au seuil de 5%.

Digestibilité de la paille

Effet du traitement à l'urée : La digestibilité de la matière organique (dMO) de la paille est plus élevée après qu'avant traitement, soit une différence de 14,1 points. La dCB et la dMAT de la paille sont également plus élevées après traitement qu'avant traitement à l'urée, soit des augmentations respectives de 25,6 et 61,2 points (tableau VI).

Effet de la complémentation : La dMO de la paille traitée n'est pas modifiée par l'apport de la mélasse ou du concentré sans urée et, est diminuée par l'orge, mais reste supérieure à celle de la paille non traitée complétement avec O+U, M+U ou Cu (tableau VI).

La dCB de la paille non traitée augmente à des niveaux variables en fonction de la nature de la complémentation, entre 50,0 % (Cu) et 59,1% (M+U), soient des augmentations respectives de 4,4 et 13,5 points. Celle de la paille traitée n'est pas modifiée par l'apport de la mélasse et, est affectée par l'orge (-5,2 points) et le concentré C (-2,3 points) (tableau VI).

Tableau VI : Digestibilité de la paille.

	P	Pt	P+O+U	Pt+O	P+M+U	Pt+M	P+Cu	Pt+C
DMO	45,0±2,8 ^e	59,1±1,6 ^{ab}	49,9±1,7 ^d	56,1±1,5 ^c	49,3±2,5 ^d	60,1±3,1 ^a	47,8±1,9 ^d	57,2±1,5 ^{bc}
DCB	45,6±2,1 ^h	71,2±0,2 ^a	56,2±1,0 ^f	65,9±1,5 ^d	59,1±3,0 ^e	69,6±1,8 ^{ab}	50,0±1,3 ^g	68,8±1,2 ^b
dMAT	9,4±1,1 ^e	70,6±2,9 ^{ac}	18,6±1,4 ^d	69,9±3,3 ^{ac}	19,5±2,1 ^d	72,0±3,9 ^a	18,2±1,3 ^d	67,7±2,0 ^{bc}

d = digestibilité; MO = matière organique, CB = cellulose brute, MAT = matière azotées totales; P = paille; Pt = paille traitée, P+O+U = paille+orge+urée; Pt+O = paille traitée+orge; P+M+U = paille+mélasse+urée; Pt+M = paille traitée+mélasse; P+Cu = paille +concentré composé avec urée; Pt+C = paille traitée+concentré composé sans urée; Sur la même ligne, valeurs marquées du même signe sont comparables au seuil de 5%

L'urée apportée comme complément azoté, améliore la dCB de la paille mais à des niveaux inférieurs à ceux observés lorsque l'urée sert à traiter la paille,

La dMAT de la paille non traitée est multipliée par deux avec les compléments apportés; elle passe de 9,4 % (distribuée seule) à 18,2 % (Cu), à 18,6 % (O+U) et à 19,5 % (M+U) ; à l'inverse de la paille non traitée, les compléments apportés ne modifient pas la dMAT de la paille traitée à l'urée de façon significative.

- Effet sur le bilan azoté des rations :

L'azote retenu est nul avec la paille non traitée et, égal à 2,3 g/j avec la paille traitée, toutes

deux non complémentées (Tableau 7). Ramené à l'azote ingéré, l'azote retenu est plus important avec la ration P+M+U (17,4 %) qu'avec les rations P+O+U (7.6 %) et P+Cu (8,7 %).

Avec les rations à base de paille traitée, l'azote retenu est comparable entre les rations PT+ M (4,7 g/j) et PT+ C (4,7 g/j) qu'avec PT+ O (4,6 g/j). Par rapport à l'azote ingéré, l'azote retenu est évalué à 32,6 % avec PT+ M, 32,4 % avec PT+ O et 28,3 % avec PT+C.

Tableau VII : Bilan azoté des rations.

	P	PT	P+O+U	Pt+O	P+M+U	Pt+M	P+Cu	Pt+C
Ni (g/j)	3,8±0,1 ^f	13,6±0,3 ^{cg}	13,2±0,2 ^{dg}	14,2±0,8 ^{bc}	13,8±0,1 ^c	14,4±0,5 ^b	12,6±0,1 ^e	16,6±0,8 ^a
Nf (g/j)	3,4	3,9	6,0	3,2	5,1	4,0	6,0	4,9
Nu (g/j)	0,4	7,4	6,2	6,4	6,3	5,7	5,5	7,0
Nr (g/j)	0,0±0,2 ^d	2,3±0,1 ^b	1,0±0,2 ^c	4,6±0,6 ^a	2,4±0,1 ^b	4,7±0,1 ^a	1,1±0,1 ^c	4,7±0,2 ^a
Nr/Ni (%)	0,0	16,9	7,6	32,4	17,4	32,6	8,7	28,3

P : Paille ; PT : Paille traitée ; O : Orge ; M : Mélasse ; Cu : Concentré composé avec urée ; C : Concentré composé sans urée ; Ni : azoté ingéré ; Nf : azote fécal, Nu : azote urinaire ; Nr : azote retenu = Ni - (Nf+Nu) ; Sur la même ligne, valeurs marquées du même signe, sont comparables au seuil de 5%.

L'azote de la ration est retenu à des niveaux différents selon qu'il est apporté par traitement à l'urée ou par complémentation avec urée. Les rétentions azotées sont plus élevées avec les rations à base de paille traitée à l'urée (16,9 % à 32,6 % de l'azote ingéré) qu'avec les rations à base de paille non traitée pour lesquelles l'urée est apportée avec la complémentation (7,6 à 17,4 % de l'azote ingéré), soient des différences de 9,3 à 15,2 points suivant la complémentation considérée.

DISCUSSION

Effet du traitement sur l'ingestion et la digestibilité des pailles

Le traitement à l'urée (60g dans 400 g d'eau/kg de MS) améliore l'ingestion de la paille de 16,4 %. Selon Chenost et Besle (1992), le traitement à l'urée améliore l'ingestion de la paille entre 11 et 18%; ce qui concorde avec le taux de 18,6% observé dans notre essai.

Le traitement à l'urée augmente la dMO de la paille de 45,0 à 59,2 %, soit une amélioration de 14,2 points. La dMO de la paille non traitée est comparable à celle de Chermiti et Nefzaoui (1991) avec 45,7 % et, comprise entre celles de Besle et al, (1990a) avec 37,8 % et Besle et al. (1990b) avec 62,3 % observées sur paille de blé traitée à l'urée.

L'augmentation de la dMO obtenue grâce au traitement à l'urée (14,2 points) est compa-

nable à celle enregistrée par Besle et al. (1990a) avec 14,5 points et supérieure à celle de Besle et al, (1990b) avec 10 points.

Le traitement à l'urée entraîne une dCB de la paille de 71,2 %, valeur comparable à celle enregistrée par Chermiti et al, (1991) sur paille de blé traitée à l'urée avec une valeur de 70,2 %. Le traitement à l'urée améliore à lui seul, la dCB de la paille de 5,6 points. Cloete et Kritzingger (1984) et Chermiti et al. (1991) rapportent des augmentations respectives de 12,1 points (50,2 à 62,3 %) et 11,7 points (58,5 à 70,2 %).

Le traitement à l'urée améliore la dMAT de la paille de 61,2 points (9,4 à 70,6 %). Cloete et Kritzingger (1984) observent une augmentation de 53,2 points (-3,3 à 49,9 %) alors que Chermiti et al. (1991) enregistrent une amélioration de 38,2 points (21,1 à 59,4 %).

Effet de la complémentation sur l'ingestion et la digestibilité des pailles :

La complémentation améliore l'ingestion de la paille non traitée de 13,7 % à 37,1 % respectivement distribuée avec l'aliment concentré avec urée (Cu) et mélasse + urée (M+U) apportés à un taux de moins de 30 % de la ration. L'ingestion de la paille offerte avec Cu est proche de celle observée par Kraiem et Abdouli (1991) avec 39g MS/kg PM sur paille complétement à 21 % de la ration avec de l'orge + CMV ou orge + CMV + 2 % d'urée. L'ingestion de la paille offerte avec

(M+U) est supérieure à celle enregistrée par Kraiem et al. (1992) sur paille complémentée à environ 27 % de la ration avec de l'orge + CMV et orge + CMV + 3 % d'urée avec respectivement 46 et 44 g MS/kg PM. Dans notre essai, l'ingestion de la paille complémentée à 18 % de la ration avec de l'orge + 6 % d'urée (47,7 g MS/kg PM) est de même niveau que celle rapportée par Kraiem et al. (1992) sur paille de blé complémentée à 27 % de la ration, d'orge + CMV + 3 % d'urée avec 46 g MS/kg PM.

La mélasse ajoutée à 15 % de la ration ne modifie pas l'ingestion de la paille traitée ; par contre, l'orge et le concentré sans urée apportés respectivement à 17 et 29 % de la ration diminuent l'ingestion de la paille traitée à l'urée de 4,2 et 4,5 g MS/kg PM.

La paille de blé dur offerte avec une même source énergétique est mieux ingérée après complémentation avec urée qu'après traitement à l'urée. Selon Dulphy et al. (1992), le traitement à l'urée diminue l'ingestion de la paille lorsque l'uréolyse est insuffisante et cela par une baisse d'appétence et une forte teneur en ammoniac dans le rumen. Selon Chenost et Besle (1992), les produits intermédiaires libérés lors de la transformation de l'urée en ammoniac, pourraient diminuer les qualités organoleptiques et être à l'origine de la baisse des quantités ingérées.

Les compléments orge + urée, mélasse + urée ou concentré avec urée améliorent la dMO de la paille non traitée à des niveaux comparables, soit une augmentation variant entre 2,8 et 4,8 points. Le traitement à l'urée suivi des compléments d'orge, de concentré sans urée ou de mélasse fait passer la dMO de la paille respectivement de 45,0 à 56,0 % (+11,0 points), à 57,1 % (+12,1 points) ou à 60,1 % (+15,1 points). Abdouli et al. (1988), obtiennent une valeur de 51,9 % avec une paille

d'orge complémentée d'orge + CMV à 26,5 % de la ration; cette valeur est proche de celle observée dans notre essai avec la complémentation d'orge + urée. Kraiem et Abdouli (1991), enregistrent des dMO de paille non traitée complémentée d'orge + CMV ou d'orge + CMV + 2 % d'urée, inférieures (41,7 et 43,5 %) à celles obtenues dans notre essai. Dans les travaux de Abdouli et al. (1988), la dMO de la paille traitée offerte avec de l'orge + CMV à 18,4 % de la ration, passe de 45,2 à 60%, soit une amélioration de 14,8 points; ce qui concorde avec l'augmentation de 15,1 points (45,0 à 60,1 %) obtenue avec la paille traitée complémentée avec la mélasse dans notre essai. La dMO de la paille traitée complémentée d'orge (56,06 %) est comparable à celle notée par Kraiem et al. (1992), sur paille traitée complémentée d'orge + CMV à 24,7 % de la ration, avec une valeur de 56,1 %.

La paille traitée à l'urée présente une dMO plus élevée que lorsqu'elle est complémentée à l'urée, suivie ou non dans les deux cas par une complémentation de même nature. Kraiem et Abdouli (1991), rapportent qu'une paille complémentée d'orge + CMV + 2 % d'urée présente une dMO de 43,5 % alors que lorsqu'elle est traitée à l'urée et complémentée d'orge + CMV, sa dMO est de 47,2 %, soit une différence de 3,7 points; ce qui est confirmé par nos résultats.

La dCB de la paille est améliorée par les compléments de 10,5 points avec l'orge + urée, de 13,5 points avec la mélasse + urée et de 4,4 points avec le concentré avec urée. Les dCB de la paille complémentée d'orge + urée ou de mélasse + urée sont proches de celle rapportée par Chermiti et al. (1991), avec 58,5 % sur paille de blé. Le traitement à l'urée suivi des compléments d'orge, de mélasse ou de concentré sans urée améliore la dCB de la paille respectivement de 20,3 ,

24,0 et 23,3 points. Les améliorations de la dCB de la paille traitée distribuée avec les compléments d'orge et de concentré sont inférieures à celle enregistrée avec la paille traitée distribuée seule.

La complémentation de la paille avec orge + urée, mélasse + urée ou concentré avec urée augmente la dMAT de la paille de 8,9 à 10,1 points. Cependant, cette amélioration se répercute favorablement sur le bilan azoté mais à des niveaux inférieurs à ceux observés avec les rations à base de paille traitée à l'urée.

CONCLUSION

Le traitement à l'urée valorise mieux la paille de blé qu'un complément renfermant de l'urée. Offerte avec un complément sans urée, la paille traitée à l'urée est moins ingérée que la paille non traitée distribuée avec le même complément avec urée. La digestibilité des constituants organiques est plus élevée avec la paille traitée offerte avec un complément sans urée qu'avec la paille non traitée offerte avec le même complément renfermant de l'urée. La paille traitée à l'urée est, dans l'ensemble, mieux valorisée que la même paille non traitée offerte avec ou sans complémentation.

Sur le plan pratique, le traitement à l'urée s'avère moins contraignant que l'arrosage quotidien de la paille avec une solution d'urée ou encore des mélanges mélasse - urée ou orge - urée réalisés au moment de la distribution.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ABDOULI H., KHOCHANI K ET KRAIEM K., (1988)** : Traitement de la paille à l'urée, II- Effets sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité, Fourrages, 110p.
- **AOAC, (1975)**, : *Officina methods of analysis*, 12th ed., Washington DC, 1975.
- **BESLE JM., CHENOST M., TISSERAND JL., LEMOINE JP., FAURIE F., SALEH H., GRENET N., (1990A)** : Ammoniation of straw by urea entent of ureolysis and improvement of nutritive value at low level of added water. *Repro, Nutri, Dev, Suppl, 2*, 174s.
- **BESLE JM., ZWAENEPOEL F., CHENOST M., BEAULIEU G., TISSERAND JL., FAURIE F., GRENET N., (1990B)** : Ammoniation of straw by urea : influence of addition of soy bean and/or molasses on characteristics of treatment. *Repro, Nutri, Dev, Suppl, 2*, 174s.
- **CHENOST M., DEMARQUILLY C., (1987)** : Influence de la complémentation, de la valeur alimentaire et de l'utilisation des mauvais foin et des pailles par les ruminants, In " les fourrages secs : récolte, traitements, utilisation " Demarquilly ed, Inra, Paris, p,185.
- **CHENOST M., BESLE JM., (1992)** : Les pailles traitées à l'ammoniac provenant de l'hydrolyse de l'urée dans l'alimentation de génisses de race laitière en croissance hivernale. *Ann, Zootch., 41*, pp : 153-167.
- **CHERMITI A., (1994)** : Développement de système d'alimentation des ovins à base de paille traitée à l'ammoniac dans les conditions sud - méditerranéennes , *Options Médit, Série B, études et recherches, 6*, pp : 109-117.
- **CHERMITI A., NEFZAQUI A., (1991)** : Utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants dans les pays de la zone sud méditerranéenne, 2ème rapport annuel du projet STD pailles, Contrat de recherche n°TS 2A-0250-M CD.

- **CHERMITI A., NEFZAOUI A., TELLER E., VANBELLE M., (1991)** : Optimisation du traitement des pailles de céréales à l'ammoniac et à l'urée , 1 : évaluation de l'efficacité du traitement à partir des pertes de produits volatils. Revue de l'agriculture, Landboutijidochrift, 44, pp : 973-982.
- **CLOETE SWP., KRITZINGER NM., (1984)** : Urea ammoniation compared to urea supplementation as method of improving the nutritive value of wheat straw for sheep, S, Afri, J, Anim, Sci, 4, pp : 59-63.
- **DEMARQUILLY C., CHENOST M., RAMIHONE B., (1987)** : Intérêt zootechnique du traitement des pailles à l'ammoniac. Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. Pointe à Pitre (Guadeloupe) 2-6 juin. 15p.
- **DULPHY JP., JAMOT J., CHENOST M., BESLE JM., CHIOFALO V., (1992)** : The influence of urea treatment on the intake of wheat straw in sheep. Ann. Zootech., 41, pp : 169-185.
- **GRENET N., DULPHY JP., (1984)** : Le point sur la paille, un aliment pour les ruminants. ITEB Paris, 23p.
- **HOUMANI M., BELLAL M., TISSERAND JL., (2001)** : 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, pp : 59-68.
- **KRAIEM K., ABDOULI H., (1991)** : Comparison of the effects of urea and ammonia treatment of wheat straw on intake, digestibility and performance of sheep. Livestock Product. Sci. 29, pp : 311-321.
- **KREIEM K., ABDOULI H., MOUJAHED N., (1992)** : Effets des traitements à l'ammoniac et à l'urée, de la complémentation et de la durée de stockage sur la valeur alimentaire des pailles, Revue de l'INAT. 6. pp : 37-50.
- **TILLEY JMA., TERRY RA., (1963)** : A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc., 18, pp : 104-111.