

Complémentation des pailles de céréales

Abdouli H.

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 97-107

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=95605270>

To cite this article / Pour citer cet article

Abdouli H. **Complémentation des pailles de céréales**. In : Tisserand J.-L. (ed.). *Les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne*. Zaragoza : CIHEAM, 1994. p. 97-107 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 6)



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

Complémentation des pailles de céréales

H. ABDOULI
 ECOLE SUPERIEURE D'AGRICULTURE DE MATEUR
 7030 MATEUR
 TUNISIE

RESUME - Une complémentation raisonnée est susceptible d'augmenter l'utilisation de la paille non traitée par les ruminants. Une céréale ou un fourrage digestible tel que l'ensilage peuvent apporter l'énergie nécessaire. En ce qui concerne l'apport d'azote, il peut être sous forme d'urée ou de tourteau, mais les tourteaux tannés sont recommandés. La proportion de complément varie avec le niveau de production de l'animal. Si 30% de concentré sont suffisants pour l'entretien, un animal en production peut bénéficier de 50 à 60% de complémentation. Mais il reste inefficace pour les sujets à haut niveau de production. L'association du traitement et de la complémentation est recommandable pour obtenir un niveau de production élevé.

Mots-clés : Paille, complémentation, valeur nutritive, niveau de production.

SUMMARY - "Supplementation of cereal straws". A rational supplementation may increase the utilization of non treated straw by ruminants. A cereal or digestible forage such as silage may provide the necessary energy. Regarding the nitrogen supply, this may be obtained either in the form of urea or cake, tannin cakes are recommended. The complement proportion varies with the production level of the animal. If 30% of concentrate is enough for maintenance, an animal in production may make use of between 50 and 60% supplementation. However it is not enough for animals on high production levels. The association of treatment and complementation is recommendable in order to obtain a high production level.

Key words: Straw, supplementation, nutritional value, production level.

Introduction

Les pailles de céréales sont chargées en constituants membranaires (60 à 85% de la MS) mais déficitaires en glucides facilement fermentescibles, en matières azotées (2 à 5% de la MS) dont que près de 20% sont sous une forme soluble, en minéraux à l'exception du potassium, et en vitamines. Elles ne peuvent être distribuées seules aux animaux sans les amaigrir. Ainsi plusieurs méthodes ont été développées pour améliorer leur valeur alimentaire. Il s'agit des traitements, les plus récents, à l'ammoniac et à l'urée et de la complémentation.

Avant d'aborder les effets de la complémentation, il serait utile de la définir et d'en expliquer les modalités d'action.

Théoriquement, l'utilisation optimale de la paille repose sur :

- i. La stimulation et l'intensification de l'attaque de la paille par les microbes du rumen. Une telle activité peut être obtenue moyennant un apport, d'abord, d'azote fermentescible, de minéraux et de vitamines pour valoriser l'énergie potentielle dans la paille. Ce premier apport constitue une première complémentation dont les conséquences seront l'augmentation de la digestibilité et la stimulation de l'ingestion.
- ii. La satisfaction des besoins d'entretien et de production des animaux. Celle-ci peut être assurée par l'apport d'énergie, d'azote protéique, des minéraux et de vitamines en quantités variables avec le niveau de la production. Cet apport constitue une deuxième complémentation dont les conséquences sur l'ingestion et la digestibilité de la paille peuvent être positives ou négatives selon qu'elle est quantitativement peu ou trop importante. Ainsi le choix du niveau de production, donc du type d'animaux, peut conditionner l'efficacité de l'utilisation de la paille.

On discutera les effets de la complémentation sur la digestibilité et l'ingestion des pailles ainsi que sur les performances des animaux qui les reçoivent.

On se limitera aux études faites dans les laboratoires des participants au Projet STD Pailles, Contrat de Recherche no. TS 2A-0250-M(CD) même si certaines de ces études ne font pas l'objet du contrat.

Effet sur la digestibilité

Les valeurs de digestibilités des pailles complémentées sont relativement nombreuses. Elles sont, cependant, très variables : 35 à 55% pour les pailles non traitées (Table 1) et 47 à 64% pour celles traitées (Table 2). Puisqu'elles sont calculées par différence entre les digestibilités des rations totales et celles des compléments, leurs différences avec les digestibilités des pailles homologues non complémentées devraient refléter les effets de la nature et du niveau de la complémentation.

Cependant, dans plusieurs de ces essais, il n'y a pas de valeurs de digestibilités pour la même paille à la fois avant et après complémentation. Pour ces essais, les effets de la complémentation ne peuvent pas être dégagés.

Par ailleurs, en raison du déséquilibre de leurs teneurs en différents principes alimentaires, les pailles non complémentées n'ont fait que rarement l'objet de mesure de digestibilité *in vivo*. Les seules études disponibles sont dues à Abdouli *et al.* (1988) et Besle *et al.* (1990a,b) pour des pailles non traitées et à Besle *et al.* (1990a,b) et Lawrence *et al.* (1991) pour les pailles traitées. Dans ces études (Table 3), la digestibilité *in vivo* de la MO de la paille de blé non traitée a varié de 37,8 à 52,3% donnant une valeur moyenne égale à 46%. Celle de la paille traitée à l'urée a varié de 42,3 à 62,3% avec une moyenne de 56%.

En raison de la variation de ces valeurs, l'emploi de leur moyenne pour juger de

l'effet de la complémentation serait fallacieux. Ces digestibilités moyennes des pailles non complémentées sont supérieures à plusieurs digestibilités des pailles complémentées (Tables 1 et 2).

Table 1. Digestibilité et ingestion des pailles non traitées complémentées

Paille	Complémentation		Digestibilité MO (%)	Ingestion (g MS P ^{-0,75})	Référence
	Nature	% ou g j ⁻¹			
Blé	Orge-CMV	26,5%	51,9	25	Abdouli <i>et al.</i> (1988)
Blé	Orge-CMV	21,4%	41,7	39	Kraiem et Abdouli (1991)
Blé	Orge-CMV-2% urée	20,7%	43,5	39	Kraiem et Abdouli (1991)
Blé	Orge	30,4%	48,4	39	Kraiem <i>et al.</i> (1992)
Blé	Orge-CM	27,3%	52,2	44	Kraiem <i>et al.</i> (1992)
Blé	Orge-CM-3% urée	26,6%	55,1	46	Kraiem <i>et al.</i> (1992)
Blé	Maïs-50% t. soja	350 g j ⁻¹	39,4	17	Chenost (1989)
Blé	Maïs-50% t. soja	350 g j ⁻¹	35,9	26	Chenost (1989)
Blé	Maïs-50% t. soja	350 g j ⁻¹	34,8	23	Chenost (1989)
Blé	Divers sous-produits	18,2%	46,0	47	Lawrence <i>et al.</i> (1991)
Blé	-	21,9%	44,1	33	Muñoz (1991)
Blé	-	24,2%	40,0	-	Muñoz (1991)
Orge	Orge-CM-25% t. soja	29,6%	41,0	28	Muñoz <i>et al.</i> (comm. pers.)

Que peut-on constater, néanmoins, des données des Tables 1 et 2 quant à la nature et niveau de la complémentation ?

Théoriquement, la nature de la complémentation est imposée par la composition chimique de la paille puisqu'il s'agit, dans une première étape, d'établir l'équilibre entre ses teneurs énergétique, azotée, minérale et vitaminique pour assurer une croissance adéquate des microbes du rumen. L'activité des microbes du rumen d'animaux recevant que la paille non traitée est limitée le plus par une insuffisance d'azote. L'urée peut être utilisée à cette fin et on estime que 12 à 15 g d'urée par kg de paille sont nécessaires pour valoriser l'excédent d'énergie. Pour les pailles traitées à l'urée ou à l'ammoniac, théoriquement l'azote ne devrait pas constituer une limite à la croissance microbienne.

Pratiquement, les études de digestibilité des pailles complémentées uniquement en azote n'existent pas. Ceci parce que l'azote ainsi apporté peut améliorer la croissance de la flore ruminale, donc la valeur azotée et énergétique de la paille, mais pas au point de satisfaire les besoins des animaux utilisés pour l'étude. En général, les pailles sont complémentées à la fois par des matières azotées, énergétiques et minérales

ainsi que par certaines vitamines (A, D, E). Le complément énergétique est souvent assuré par des céréales (orge, maïs) ou par des fourrages riches en parois digestibles en l'occurrence la pulpe de betterave et les ensilages d'herbes, alors que la complémentation azotée est assurée par l'urée à raison de 1 à 3% du complément ou de tourteau de soja dans des proportions variant de 25 à 50% du complément.

Les compléments sont utilisés en faibles proportions dans les rations (Tables 1 et 2) puisque quand l'apport de complément riche en céréales s'accroît au dessus de 30%, la digestibilité de la paille chute, vraisemblablement, suite à la diminution de l'activité cellulolytique dans le rumen.

Table 2. Digestibilités et ingestions des pailles traitées complémentées

Paille (Traitement ²)	Complément		Digestibilités (%)		Ingestion (g MS par j ou P ^{0,75})	Référence
	Nature	%	CUD MO	Δ^1		
Blé (U)	Orge-CMV	18,4	60,0	-	796	Abdouli <i>et al.</i> (1988)
Blé (U)	Orge-CMV	26,7	56,1	3,9	46	Kraiem <i>et al.</i> (1992)
Blé (A)	Orge-CMV	23,9	57,0	4,8	50	Kraiem <i>et al.</i> (1992)
Blé (A)	Orge-CMV	22,0	47,2	5,5	800	Kraiem et Abdouli (1991)
Blé (A)	Orge-CMV	21,3	50,8	9,1	835	Kraiem et Abdouli (1991)
Blé (U)	Orge-CMV	21,2	47,2	5,5	838	Kraiem et Abdouli (1991)
Orge (A)	Orge-TS-CMV	26,3	55,3	14,3	53	Muñoz <i>et al.</i> (1987)
Blé (A)	TS-CMV	-	56,5	15,4	986	Chenost <i>et al.</i> (1991)
Blé (U)	TS-CMV	-	53,4	12,3	589	Chenost <i>et al.</i> (1991)
Blé (U)	S/P	16,1	52,8	5,0	870	Lawrence <i>et al.</i> (1991)
Blé (U)	-	23,0	51,1	11,1	43	Muñoz (1991)
Blé (U)	-	22,1	48,7	8,7	46	Muñoz (1991)
Blé (U)	-	18,4	49,7	9,7	47	Muñoz (1991)
Blé (A)	Vit.	0	58,4	9,9	40	Chermiti et Nefzaoui (1991)
Blé (A)	Vit.	0	64,6	16,3	40	Chermiti et Nefzaoui (1991)

¹Augmentation de la digestibilité par rapport à la paille non traitée

²U = urée ; A = ammoniac

Dans les essais de Abdouli *et al.* (1988), la complémentation par 200 g d'un mélange d'orge concassée et de CMV a augmenté la digestibilité de la MO et de la paille de 45,2 à 51,9%. Les augmentations constatées dans les essais de Kraiem et Abdouli (1991) et Kraiem *et al.* (1992) sont de 1,8, 2,9 et 4,2 points de digestibilité pour, respectivement, la complémentation par l'urée incorporée dans le concentré à raison de 2% ou 3% et par le CMV.

Effet sur l'ingestion

Les valeurs d'ingestion des pailles données dans les Tables 1 et 2 ont été déterminées sur les ovins utilisés pour la mesure de la digestibilité. Elles ne devraient pas s'éloigner de celles non complémentées puisque les concentrés n'ont pas été distribués en grandes quantités pour se substituer aux pailles. Ces ingestions de paille non traitée varient de 17 à 47 g par kg PV^{0,75} indépendamment de la digestibilité. Par ailleurs, la variation de l'ingestion ne reflète pas les différences dans les types de pailles, ni dans la nature et le niveau des compléments.

Table 3. Digestibilités des pailles de céréales non complémentées

Technique	Paille	Digestibilité (%)		Référence
		MS	MO	
<i>In vivo</i>	Blé NT	-	45,2	Abdouli <i>et al.</i> (1988)
	Blé NT	-	37,8	Besle <i>et al.</i> (1990a)
	Blé NT	-	52,3	Besle <i>et al.</i> (1990b)
	Blé NT	45,7	48,3	Chermiti et Nefzaoui (1991)
	Blé TU	-	52,3	Besle <i>et al.</i> (1990a)
	Blé TU	-	62,3	Besle <i>et al.</i> (1990b)
	Blé TU	-	53,7	Lawrence <i>et al.</i> (1991)
	Blé TU	-	56,3	Lawrence <i>et al.</i> (1991)
<i>In vitro</i>	Blé	39,7	-	Guessous et Rihani (1991)
	Blé	20,5	-	Muñoz (1991)
	Blé	41,4	40,6	Antogiovanni et Sargentini (1991)
	Orge	42,9	45,6	Chermiti et Khaldi (1983)
	Orge	45,5	44,3	Antogiovanni (1991)
<i>In situ</i> (48h)	Blé	42,9	-	Ramihone et Chesnost (1988)
	Blé	49,9	-	Guessous et Rihani (1991)
	Blé	44,6	-	Muñoz (1991)

Dans les essais de Chesnost (1989), par exemple, malgré que les pailles utilisées provenaient d'un blé de la même variété cultivée dans les mêmes exploitations et récoltée dans des conditions très peu différentes (une a reçu un peu de pluie avant son ramassage), et que la complémentation était identique quantitativement et qualitativement, les ingestions volontaires par les moutons étaient très différentes.

L'ingestion était la plus basse ($17 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$) pour la paille la plus digestible (dMO = 39,4%) est la plus élevée ($26 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$) pour celle qui avait reçu un peu de pluie avant le ramassage. Le niveau et la forme des pailles distribuées peuvent contribuer à la variabilité de l'ingestion constatée, mais l'importance de ces facteurs ne peut pas être dégagée des résultats du Table 1.

A cet égard, Abdouli (Table 4, résultats non publiés) a trouvé des ingestions égales à 435, 788 et 902 g MS par jour pour la paille non traitée et 418, 785 et 879 g MS par jour pour la paille traitée à l'urée moyennant, respectivement, des niveaux de distribution de 500, 1000 et 1500 g de paille en plus de 200 g de foin de luzerne et 100 g d'un support de minéraux à base de paille et mélasse. Par ailleurs, l'ingestion peut être augmentée par le hachage, effet ne pouvant être dégagé des essais en question.

Table 4. Effet du niveau de distribution des pailles sur leur ingestion¹ (Abdouli, non publié)

Paille	Quantités de paille distribuées (g par jour)		
	500	1000	1500
PNT			
g MSi paille par jour	437	788	902
Refus (%)	0	9,9	31,2
MODi ration	317	444	514
PTU			
g MSi paille par jour	418	785	879
Refus (%)	0	6,2	29,4
MODi ration	320	529	498

¹Pailles distribuées en plus de 200 g de foin de luzerne et 100 g d'un support de minéraux à base de paille et de mélasse

Effet sur les performances

Le premier objectif de la complémentation est l'ajustement des éléments nutritifs dans la paille, nécessaires au bon développement des microbes du rumen. Cependant, même avec cet objectif assuré, les animaux n'arrivent qu'à peine à s'entretenir. Pour réaliser des performances, ils doivent recevoir une complémentation supplémentaire dont la quantité et la qualité varient avec le niveau des productions escomptées. C'est le deuxième objectif de la complémentation.

Dans la pratique, souvent on ne donne qu'une seule complémentation assurant à

la fois les besoins des microbes du rumen et ceux de production de l'animal. Les Tables 5 à 8 présentent, pour certaines catégories d'animaux, des exemples d'illustration du choix du niveau et de la composition de la complémentation en fonction du type d'animaux et du niveau de performance recherché.

L'exemple 1 (Table 5) concerne des bovins à besoins modérés, plus exactement, des génisses âgées d'environ 2 ans et pesant de 475 à 480 kg, alimentées pour un croit moyen prévu égal à 350 g par jour. La composition du complément du lot 1 est telle qu'il y a apports, outre des minéraux et des vitamines, de l'urée comme source d'azote pour la flore ruminale et dont la paille est déficiente, et de pulpe, d'orge et d'ensilage, sources essentiellement d'énergie mais aussi d'azote peu fermentescible nécessaire à la croissance des génisses. La distribution de 4,55 kg MS par jour de ce complément s'est soldée par une ingestion volontaire de la paille non traitée égale à 3,13 kg MS par jour (soit 38% du total) et un gain moyen de 479 g par jour.

Table 5. Performances de génisses (adapté de Chenost, 1989)

Lots	1	2	3	4
Paille	PNT	PNT	PTA	PTA
Complément (kg MS par jour)	4,55	4,58	2,88	2,88
Composition (%)				
Ensilage d'herbe	33,8	33,6	53,4	53,4
Orge	5,5	5,5	8,6	8,6
Pulpe de betterave	56,0	47,6	33,6	26,7
Tourteau de soja tanné	0	8,7	0	6,9
Urée	2	2	0	0
CMV	2,6	2,6	4,2	4,2
Ingestion de la paille				
kg MS par jour	3,13	3,26	5,63	6,06
% de la ration	41	42	66	68
Croît journalier (g)	479	530	546	514

L'adjonction de 0,4 kg MS de tourteau tanné (lot 2) a entraîné une amélioration du croit journalier (530 g par jour) sans qu'il y ait augmentation significative de l'ingestion. Elle montre que la maîtrise de la composition du complément est aussi, sinon plus, importante que l'augmentation de son niveau de distribution.

La composition du complément peut être davantage simplifiée et sa quantité réduite quand il s'agit de paille convenablement traitée à l'ammoniac (lots 3 et 4). Il devient, alors, inutile d'inclure une source d'azote très dégradable (urée) et une forte proportion

de sources d'énergie (céréale, pulpe, etc.). L'emploi du tourteau tanné sera sans intérêt quand la production recherchée est modérée.

L'exemple 2 (Table 6) est relatif à des taurillons de poids vif moyen de l'ordre de 280 kg alimentés pour réaliser des croûts de 800 à 900 g par jour. Pour cette catégorie d'animaux, la complémentation de la paille non traitée par un concentré à base d'orge concassée (78,2%) et de tourteau de soja (17,6%), pauvre en azote fermentescible, a donné les mêmes résultats que sa complémentation par un concentré ne contenant que 2,8% de tourteau de soja mais aussi 1,8% d'urée comme complément protéique. De tels compléments distribués à raison de 1,2% du poids vif ont permis des ingestions de paille égales à 2,97 et 3,07 kg de MS et des gains quotidiens égaux à 861 et 920 g.

Table 6. Performances de taurillons (adapté de Abdouli *et al.*, 1988)

Lots	1	2	3
Paille	PNT	PNT	PTU
Complément (kg MS par jour)	3,61	3,65	3,59
Composition (%)			
Orge	62,2	91,2	93,0
Tourteau de soja	17,6	2,8	2,8
Urée	0	1,8	0
CMV	4,2	4,2	4,2
Ingestion de paille			
kg MS par jour	2,97	3,07	3,21
% de la ration	45	46	47
Croût journalier (g)	861	920	894

L'emploi de la paille traitée (4% urée, paille en "vrac") permet de simplifier davantage la composition du complément et la limiter à l'orge et CMV. Dans ce cas, l'apport d'azote fermentescible serait assuré par la paille traitée qui avait une teneur en MAT égale à 14% contre 3,9% de la MS pour la paille non traitée. L'ingestion de la paille traitée était égale à 3,2 kg MS par jour et le gain quotidien égal à 904 g.

L'exemple 3 (Tables 7 et 8) porte sur des brebis recevant de la paille avant et après agnelage. Dans l'essai de Kraiem et Abdouli (1991), la complémentation de la paille traitée avec l'orge et CMV est associée à une faible ingestion volontaire de la paille, particulièrement, en fin de gestation et des performances médiocres aussi bien des brebis que de leurs agneaux. L'incorporation de l'urée dans le concentré ou le traitement de la paille à l'urée améliore quelque peu la situation.

Pour des performances meilleures, il faut que la complémentation soit riche en énergie digestible et en protéine, et apportée en grande quantité comme le montre l'étude de Guessous et Rihani (1991). On remarque, cependant, dans cet essai, que l'ingestion des pailles était faible et que leurs proportions dans la ration étaient inférieures à 35% (surtout en début de lactation).

En résumé, il convient de retenir que pour la paille non traitée, la complémentation énergétique peut être assurée par un fourrage digestible (ensilage, pulpe, etc.) ou une céréale (orge, maïs).

Table 7. Performances des brebis et de leurs portées¹ (Kraiem *et al.*, 1991)

Paille	PNT	PNT	PTU
Composition du complément (% MS)			
Orge	95	95	95
Urée	0	1	0
CMV	5	4	5
Ingestion de paille (g MS par jour)			
Gestation	464	628	556
Lactation	517	837	951
Variation du poids (g par jour)			
Gestation	-45	+12	-1
Lactation	-47	-48	-49
Prolificité (%)	1,33	1,00	1,10
Poids à la naissance (kg)	2,94	3,49	3,41
GMQ 10-30 (g)	72	88	109

¹Les concentrés ont été distribués à raison de 300 g par tête par jour jusqu'à la première semaine après agnelage et puis à raison de 200 g

La complémentation azotée peut être sous forme d'azote non protéique (urée) ou de tourteaux. L'emploi de tourteaux tannés ne paraît pas nécessaire, surtout pour des croissances modérées.

La quantité du complément à distribuer doit augmenter avec les performances recherchées. Des proportions dans la ration totale inférieures à 30% sont suffisantes pour l'entretien. Elles doivent dépasser 50 ou 60% de la ration pour des croissances supérieures à 300 g par jour pour les génisses et à 800 g par jour pour les taurillons. Pour cette dernière catégorie d'animaux, l'emploi de la paille est à proscrire puisqu'elle prolonge la durée de croissance engraissement.

L'emploi des pailles convenablement traitées à l'urée ou à l'ammoniac engendre une économie d'une certaine quantité de concentré ou d'une partie de ses sources azotées.

Table 8. Performances des brebis et leurs portées (adapté de Guessous et Rihani, 1991)

	Paille non traitée		Paille traitée à la urée	
	FG	DL	FG	DL
Complément (g par jour)				
Pulpe sèche betterave	200	600	200	600
Tourteau tournesol	250	400	250	250
CMV	20	20	20	20
g MSi de paille par jour	498	487	538	556
g MSi par P ^{0,75}	31,3	31,8	33,2	35,6
Variation de PV (kg)	-5,5	+1,8	-4,6	+0,6
Poids à la naissance (kg)		3,4		3,5
GMQ 10-30 (g)		140		160

FG = Fin de gestation, DL = Début de lactation

Références

- ABDOULI, H., KHORCHANI, T., KRAIEM, K. (1988). Traitement de la paille à l'urée. II. Effets sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. *Fourrage* 114 : 167-176.
- BESLE, J.M., CHENOST, M., TISSERAND, J.L., LEMOINE, J.P, FAURIE, F., SALEH, H., GRENET, N. (1990). Ammoniation of straw by urea : extent of ureolysis and improvement of nutritive value with moderate water addition. *Reprod. Nutr. Dev. Supp. 2* : 174.
- BESLE, J.M., ZWAENEPOEL, P., CHENOST, M., BEAULIEU, G., TISSERAND, J.L., FAURIE, F., GRENET N. (1990). Ammoniation of straw by urea : Influence of soybeans and/or molasses on characteristics of treatment. *Reprod. Nutr. Dev. Supp. 2* : 175.
- 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.

- CHERMITI, A., KHALDI, G. (1983). Amélioration de la valeur alimentaire des pailles par le traitement à l'ammoniac. Ann. INRAT 56(1) : 3-17.
- CHERMITI, A., NEFZAOUI, A. (1991). Utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants dans les pays de la zone méditerranéenne. 2ème rapport annuel du projet STD pailles, contrat de recherche no. TS 2A-0250-M(CD).
- GUESSOUS, F., RIHANI, N. (1991). Utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants dans les pays de la zone méditerranéenne. 2ème rapport annuel du projet STD pailles, contrat de recherche no. TS 2A-0250-M(CD).
- 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 Product. Sci. 29 : 311-321.
- KRAIEM, K., ABDOULI, H., MOUJEHED, H. (1992). Effet 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(1) : 37-50.
- LAWRENCE, A., YAKHLEF, H., TRIKI, S., CHABACA, R. (1991). 2ème rapport annuel du projet STD pailles contrat de recherche no. TS 2A-0250-M(CD).
- MUÑOZ, F. (1991). Study of the influence of temperature on the effect of the treatment of wheat straw with urea in an aqueous solution. 2ème rapport annuel du projet STD pailles, contrat de recherche no. TS 2A-0250-M(CD).
- MUÑOZ, F., FACI, R., ALIBES, X. (1987). Digestibility, nitrogen retention and intake associated with the treatment of barley straw with anhydrous ammonia or urea. Séminaire ECC-Cost 84 bis sur "Evaluation of straws in ruminant feedings", Clermont Ferrand, France.
- RAMIHONE, B., CHENOST, M. (1988). Effet de la nature du complément protéique sur la digestion dans le rumen d'une paille de blé traitée ou non à l'ammoniac. Reprod. Nutr. Dev. 28 : 91-92.