

Adaptation de l'utilisation et du traitement des pailles aux conditions de l'Afrique du Nord

Nefzaoui 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 61-78

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=95605268>

To cite this article / Pour citer cet article

Nefzaoui A. **Adaptation de l'utilisation et du traitement des pailles aux conditions de l'Afrique du Nord.** In : Tisserand J.-L. (ed.). *Les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne*. Zaragoza : CIHEAM, 1994. p. 61-78 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 6)



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

Adaptation de l'utilisation et du traitement des pailles aux conditions de l'Afrique du Nord

A. NEFZAOUI
LABORATOIRE DE NUTRITION ANIMALE
INRA DE TUNISIE
ARIANA
TUNISIE

RESUME - La paille constitue une source de fourrage pour le bétail qu'il ne convient pas de négliger. Sa valorisation dépend de l'efficacité du traitement technologique permettant d'améliorer sa valeur nutritive. Le traitement se justifie surtout lorsque la paille constitue la base de la ration. Les conditions de traitement sont à raisonner en fonction du milieu et particulièrement du climat et du type d'animal considéré. Si le traitement à l'ammoniac peut être recommandé dans les grands troupeaux des plaines, l'utilisation de l'urée en solution serait préférable dans les petites exploitations. Les conditions de traitement alliant efficacité et économie sont discutées.

Mots-clés : Paille, traitement, ammoniac, urée.

SUMMARY - "Adaptation of straw use and treatment to North African conditions". Straw constitutes a forage source for the animal which must not be ignored. Its valorization depends on the efficacy of the technological treatment improving its nutritional value. Treatment is moreover justified when straw makes up the base for the ration. Treatment conditions are determined according to the environment and particularly to the climate and animal types. If ammonia treatment can be recommended in large rangeland grazing-flocks, the use of urea in solution would be preferable in small farms. The treatment conditions bringing together efficacy and economy are debatable.

Key words: Straw, treatment, ammonia, urea.

Introduction

Les conditions climatiques et les systèmes de production de céréales et d'élevage en Afrique du Nord diffèrent de ceux des pays de la rive nord de la Méditerranée. Ces différences se traduisent par une utilisation différente des pailles de céréales. Elles sont dues principalement à des objectifs de productions et des performances animales différentes.

Si la paille est considérée dans beaucoup de pays du Nord de la Méditerranée comme étant un aliment d'encombrement, juste nécessaire pour permettre à l'animal de "saliver", elle est un fourrage pour beaucoup de fermiers de l'Afrique du Nord.

Les facteurs caractérisant la rive sud sont essentiellement d'ordre climatique mais aussi la nature, la taille des exploitations et les spéculations produites, se traduisant

globalement par des systèmes de production différents.

A cet effet, il convient de préciser que :

- i. Généralement les ressources alimentaires conventionnelles sont en quantités insuffisantes et fluctuantes d'une année à une autre.
- ii. Les fourrages produits sont généralement de qualité médiocre et les stades optima de coupe sont difficilement respectés (climat, mécanisation, ...).
- iii. Les pailles sont disponibles en grandes quantités dans des régions favorables à la production des céréales et sont souvent transférées dans des zones démunies du Centre et du Sud.
- iv. La majorité du cheptel est entre les mains de petits fermiers d'accès difficile et dont les moyens financiers ne permettent pas l'acquisition de nouvelles technologies souvent coûteuses.

Le climat, chaud et sec durant une bonne partie de l'année, la disponibilité et l'insuffisance de l'eau ainsi que les aspects relatifs à l'acquisition de la paille (produite ou achetée) sont autant de facteurs qui conditionnent l'utilisation rationnelle de la paille et des moyens à mettre en oeuvre pour améliorer sa valeur alimentaire.

Caractéristiques générales de la rive sud en relation avec le traitement des pailles

Le climat

La chaleur durant une longue saison estivale d'une part et la rareté de l'eau dans certaines régions d'autre part, interviennent dans le choix du réactif et le mode de traitement des pailles.

Les températures ambiantes élevées peuvent jouer deux rôles antagonistes. Elles contribueraient probablement à avoir une meilleure action du réactif, du moins pour l'urée ; mais aussi elles peuvent se traduire par des pertes plus importantes de réactif au cours du traitement et de la conservation des pailles.

Effet de la température sur la réussite du traitement

Selon Muñoz (1992), l'effet de la température (15 à 35°C) sur l'efficacité du traitement de la paille de blé à l'ammoniac ou à l'urée est peu prononcé. Des essais conduits en été, automne et hiver ont abouti pratiquement aux mêmes résultats (Table 1). La chaleur interviendrait sans doute en raccourcissant le temps nécessaire à l'ammoniac ou à l'urée pour réagir.

Effet de la température sur les pertes au cours du traitement

Les pertes de traitement correspondent à la quantité d'ammoniac s'échappant depuis le traitement jusqu'à l'ouverture de la meule, alors que les pertes d'évaporation correspondent à la quantité d'ammoniac libérée depuis l'ouverture de la meule jusqu'à l'affouragement. Les essais conduits par Chermiti *et al.* (1992) montrent que l'écart moyen entre les pertes de traitement dans les conditions de climat chaud et sec (Tunisie) et de climat froid tempéré (Belgique) est relativement faible. Par contre, les pertes par évaporation sont nettement plus élevées sous climat chaud (Table 2).

Table 1. Effet de la saison sur l'efficacité du traitement à l'urée (Muñoz, 1992)

	Pailles			
	Non traitée	Traitée à l'urée		
		Eté	Automme	Hiver
% de concentré dans le régime	24,2	20,3	22,1	18,4
Niveau d'alimentation	1,11	1,22	1,13	1,29
CUDA MO ¹ du régime (%)	50,5 ^b	58,2 ^a	57,2 ^a	56,6 ^a
CUDA MO ¹ paille (%)	40,0 ^b	51,1 ^a	48,7 ^a	49,7 ^a

¹CUDA MO : coefficient d'utilisation digestive apparent de la matière organique

^{a,b}Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes

Le rendement du traitement, défini comme le rapport entre la quantité d'azote apportée et celle obtenue à l'ouverture, a été de 62% en Belgique et seulement de 38% en Tunisie.

L'addition de l'eau au cours du traitement

L'eau peut constituer une contrainte lors des traitements des pailles dans certaines régions de l'Afrique du Nord. Par ailleurs, il est établi que la réussite du traitement à l'ammoniac mais surtout à l'urée nécessite la présence d'un minimum d'humidité dans la paille. Or, les pailles produites dans ces régions sont généralement très "sèches" et l'eau n'est pas toujours disponible dans les exploitations ; de même son transport représente une charge difficilement supportable par les paysans. Il serait donc judicieux de pratiquer le traitement qui exige le moins d'eau même si la réussite du traitement se trouve légèrement amoindrie. Ainsi le traitement à l'ammoniac, peu exigeant en eau, est recommandé dans ce genre de situation. De ce fait, il est actuellement d'usage, du moins en Tunisie, que le traitement à l'ammoniac se pratique sans apport d'eau et celui à l'urée se limite à un apport de 15% d'eau.

En effet, Kraiem *et al.* (1991) ont trouvé des digestibilités comparables pour des régimes à base d'environ 70% de pailles traités avec l'ammoniac et sans apport d'eau,

traitées avec l'ammoniac et un apport de 15% d'eau et avec l'urée en présence de 15 ou de 30% d'eau (Table 3).

Table 2. Evaluation des pertes en azote depuis le traitement jusqu'à l'affougement (Chermiti *et al.*, 1992)¹

	Azote (g kg ⁻¹ MS)	Pertes d'azote	
		Traitement	Evaporation
Paille non traitée			
Belgique	4,7	0,0	0,0
Tunisie	5,4	0,0	0,0
Paille traitée à l'ammoniac			
Belgique	23,2	17,8	13,8
Tunisie	23,5	26,5	31,6
Paille traitée à l'urée			
Belgique	23,9	20,8	19,8
Tunisie	25,2	15,8	36,9

¹Les traitements ont été effectués sur des pailles conditionnées en balles (humidité 20%), à raison de 3% d'ammoniac ou son équivalent en urée. La paille provenait de froment et de blé dur, respectivement pour la Belgique et la Tunisie

Ces mêmes auteurs relèvent également que le traitement à l'urée est aussi efficace que celui à l'ammoniac, même s'il est effectué sur de la paille en balles. Ce constat n'est pas conforme aux résultats obtenus par Nefzaoui *et al.* (1993) qui démontrent une supériorité du traitement à l'ammoniac avec de la paille de triticale conditionnée en balles (Table 6).

La taille et l'environnement de l'exploitation

Les grandes exploitations céréalières situées principalement dans les plaines produisent de grandes quantités de pailles conditionnées en balles, alors que les petites exploitations des régions montagneuses, d'accès souvent difficile, produisent de la paille en "vrac". Les modes de traitement et les réactifs à employer varieront logiquement selon ces deux situations extrêmes.

La présentation de la paille en balles ne pose pas de problèmes particuliers quand on traite à l'ammoniac. Ce dernier, sous forme de gaz, diffuse facilement et le traitement est relativement homogène. Par contre, le traitement de la paille conditionnée en balles avec de l'urée pose des problèmes certains. La solution d'urée

est difficile à répartir de façon homogène et la réussite du traitement pourrait être compromise. Le traitement avec l'urée devrait être adopté pour les pailles en "vrac". Cette dernière technique s'apprête d'ailleurs très bien pour les petites exploitations où la mécanisation est insuffisante et où l'accès aux citernes d'ammoniac est difficile.

Table 3. Effet de l'addition de l'eau au cours du traitement sur l'utilisation digestive de la paille de blé et les performances de croissance obtenues chez les ovins (Kraiem *et al.*, 1991)

Paille	Non traitée		Traitée à ¹ l'ammoniac		Traitée à ² l'urée	
	C1	C2	C1	C1	C1	C1
Eau (%)	0	0	0	15	15	30
Complément ³	C1	C2	C1	C1	C1	C1
MAT des pailles (% MS)	2,8	2,8	5,0	6,4	6,6	7,4
Digestibilités (ovins de 60 kg de PV en moyenne)						
Ingestion (g MS par jour)	1055	1053	1027	1060	1063	1064
CUD MO du régime (%)	51,0 ^b	52,0 ^b	55,6 ^a		55,3 ^a	
Performances						
Durée (jours)	105	105	105	105	-	105
Poids initial (kg)	17,5	18,3	17,6		-	18,3
Ingestion de la paille (g par j)	390	450	480	595	-	549
Paille (% de la ration)	63,5	66,5	68,0		-	71,0
GMQ (g par jour)	38,0 ^b	53,0 ^a	61,0 ^a		-	

¹Traitement à l'ammoniac effectué à raison de 3% sur paille en balles

²Traitement à l'urée effectué à raison de 40 g urée par kg de MS paille en balles

³C1 = Concentré 1 (250 g orge + CMV) ; C2 = Concentré 2 (250 g orge + CMV + 2% urée)

^{a,b}Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes

Utilisation de la paille dans les pays de la rive sud de la Méditerranée selon les étages bioclimatiques ou les systèmes de production

Les variables mentionnées plus haut font qu'on est en présence de différentes régions ayant des caractéristiques climatiques, topographiques et des systèmes de production de céréales et d'élevage différents.

Ces différentes situations peuvent être ramenées, selon les précipitations et le relief aux cas suivants (Fig. 1) :

- i. Pluviométrie élevée (> 600 mm) avec les deux variantes topographiques (plaines et montagnes).
- ii. Pluviométrie moyenne (600 à 400 mm) avec les mêmes variantes topographiques.
- iii. Pluviométrie faible (< 400 mm).
- iv. Les périmètres irriguées.

Cas 1. Pluviométrie élevée

Les pluies relativement importantes, même si elles sont irrégulières, permettent souvent d'avoir de bonnes cultures fourragères et des prairies naturelles. Selon la topographie, on peut considérer les zones de montagnes et les zones de plaines.

Zones montagneuses

Les caractéristiques de cette catégorie sont :

- i. Des exploitations de petites et moyennes tailles.
- ii. Un élevage bovin, de races locale ou croisée.
- iii. Un élevage caprin conduit en extensif sur les maquis.
- iv. Une production de céréales sur des superficie réduites et selon des pratiques traditionnelles (difficultés d'introduction de la mécanisation surtout pour la récolte).
- v. Pailles produites en petites quantités et conditionnées en "vrac".

Les utilisations potentielle de la paille

La paille vient dans ces conditions compléter les apports de la végétation naturelle surtout quand les animaux y ont accès (pluie, régime forestier). Donc pour une partie de l'année les animaux seront nourris à l'auge avec un apport en concentré réduit.

Le traitement trouverait bien sa place à condition qu'il soit à la portée du paysan (accessibilité des pistes, finances, quantités limitées de paille).

Ces considérations font que le traitement approprié est celui à l'urée, surtout s'il pourrait se faire, pour des raisons économiques évidentes, sans couverture de la meule avec du plastique. Ce dernier aspect a été peu abordé dans nos investigations, alors qu'il est tout à fait concevable de traiter la paille puis de la couvrir avec une couche de terre. Cette dernière pratique est très bien maîtrisée par les paysans et elle est employée pour conserver les pailles durant de longues périodes sans qu'elle subisse des altérations.

Abdouli et Kraiem (1992) dans une tentative de traitement à l'urée sans plastique ont montré que la dégradation de l'urée a été bonne (90% environ) mais la fixation d'azote est faible (20% de la quantité apportée). La couche supérieure contient d'ailleurs moins d'azote (Table 4). Les résultats préliminaires que nous venons d'obtenir montrent que cette technique est faisable (Nefzaoui *et al.*, 1994).

Table 4. Ingestions et digestibilités des rations et des pailles traitées à l'urée avec ou sans couverture de plastique (adapté de Abdouli et Kraiem, 1992)

	Pailles		
	Non traitée	Traitées ¹	
		Avec plastique	Sans plastique
Ingestions (g MS par jour)			
Ration	936	908	931
Paille	719	691	715
% paille dans la ration	77	76	76
Digestibilité de la MO (%)			
Ration	58,8	61,3	55,7
Paille	54,9	57,9	50,7

¹Traitement à 4% d'urée et 15% d'eau ajoutée

Plaines

Caractéristiques :

- i. Grandes exploitations céréalières pratiquant de plus en plus l'élevage bovin et ovin en intensif ou semi intensif (utilisation accrue de concentrés).
- ii. De grandes quantités de pailles produites (surtout de blé, de triticales et d'avoine) et conditionnées en balles.
- iii. Exploitants réceptifs et disposant de moyens financiers qui les rendent accessibles aux apports technologiques.

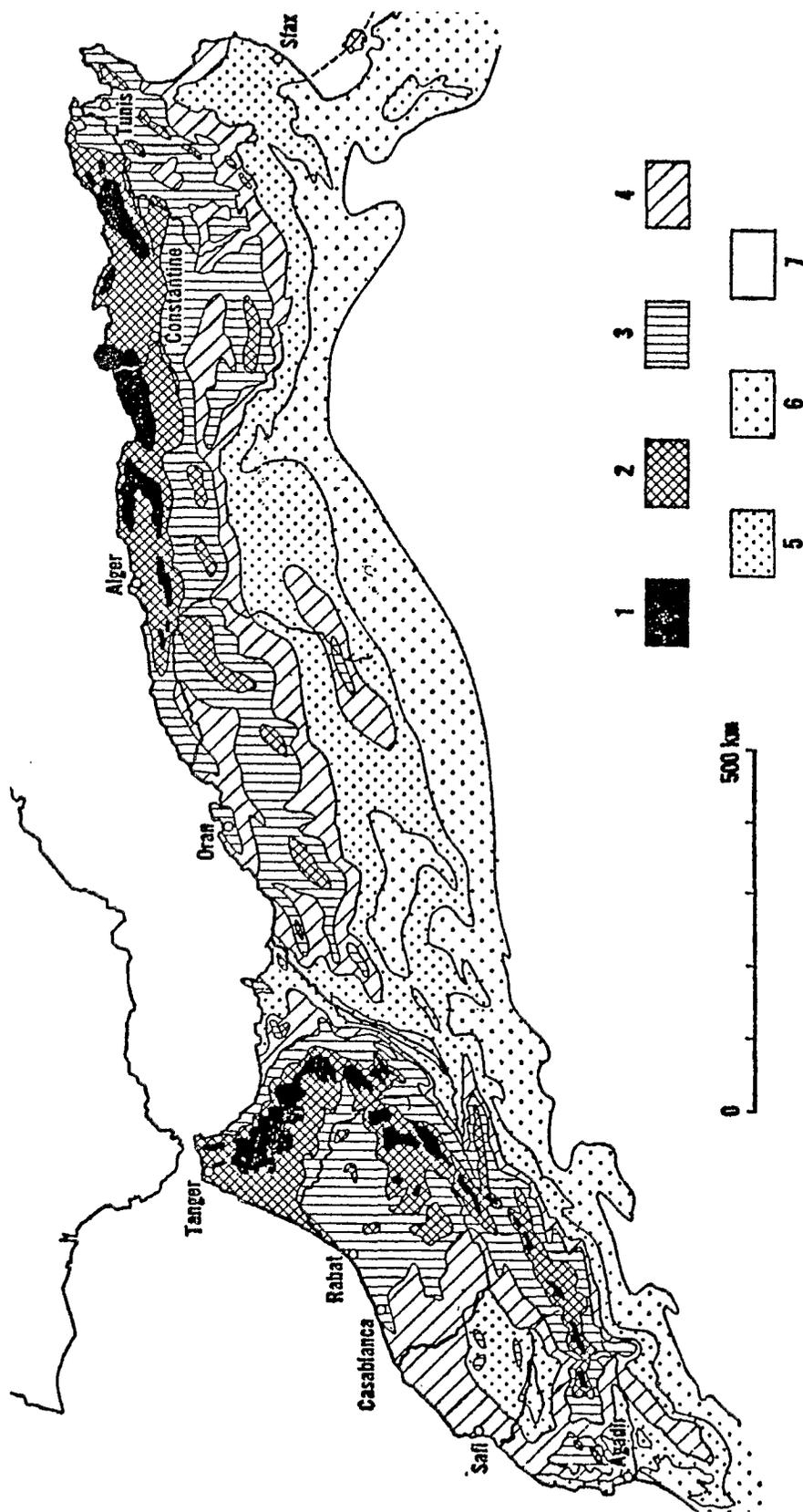


Fig. 1. La Pluie en Afrique du Nord : Répartition des précipitations annuelles (1) plus de 1000 mm ; (2) de 1000 à 600 mm ; (3) de 600 à 400 mm ; (4) de 400 à 300 mm ; (5) de 300 à 200 mm ; (6) de 200 à 100 mm ; (7) moins de 100 mm.

Utilisation de la paille

Les performances animales obtenues par cette catégories d'exploitations sont relativement élevées et ce moyennant des apports sans cesse croissant de concentrés en complément des fourrages produits sur place et relativement de qualité moyenne à bonne.

Dans ces conditions, la paille est souvent réservée aux animaux à besoins modérés (élevage des génisses par exemple). Pour ces animaux, le traitement à l'ammoniac trouve bien sa justification aussi bien sur la plan technique que sur le plan économique. du point de vue technique, il est plus facile de traiter de grandes quantités meules de pailles en balles à l'ammoniac qu'à l'urée. Du point de vue économique, une compression des frais d'alimentation des génisses d'environ 30% est réalisable (Rokbani et Nefzaoui, 1993) (Table 5).

Table 5 . Performances de croissances des génisses

	Régimes ¹			
	PTAE	PTAH	PTAE + FP	Foin
Nombre d'animaux ²	10	10	10	10
Poids vif initial	173,6	174,7	174,8	187,0
Poids vif final	312,1 ^a	286,9 ^b	309,2 ^a	324,2 ^a
GMQ	657 ^a	532 ^b	637 ^a	650 ^a
Ingestion fourrage (kg MS par jour)	3,77	3,87	3,79	4,74
Concentré ³ (kg MS par jour)	2,18	2,18	2,18	2,18
Frais alimentation, DT par kg de gain de PV	1,230	1,370	1,380	1,650

¹Paille de triticale traitée avec 3% d'ammoniac (PTA) ; PTAE = PTA entière ; PTAH = PTA hachée ; PTAE + FP = PTA entière + 100 g de farine de poisson par jour ; Foin de vesce avoine

²Génisses de la race Pie Noire âgées de 10 à 15 mois au début de l'essai

³Concentré à base de 58% orge, 35,5% tourteau de soja, sel, urée et CMV

^{a,b}Les moyennes dans la même colonne suivies des mêmes lettre ne sont pas significativement différentes (P<0.05)

Cas 2. Pluviométrie moyenne (600 à 400 mm)

Caractéristiques des systèmes de production

- i. Régions où on pratique des cultures de céréales (blé, orge et triticale) et où on rencontre de grandes superficies de jachère et de parcours en voie de

dégradation.

- ii. On rencontre là aussi de grandes exploitations mais aussi des petites situés sur les reliefs. Sur ces dernières, des travaux de lutte contre l'érosion par consolidation des banquettes par des plantations d'arbustes (atriplex, acacia) et de cactus sont couramment pratiqués.
- iii. Existence d'un important élevage bovin et surtout ovin en extensif et dont la couverture des besoins est assurée jadis par la végétation naturelle prélevées sur les parcours quand les précipitations le permettent, du foin, de la paille et des apports exogènes mais massifs de concentrés.

Utilisations potentielles de la paille

Les ressources fourragères fluctuantes font que la paille est souvent employée ici dans l'alimentation des animaux et particulièrement durant les années à faibles précipitations. Comme dans le cas précédent, l'alimentation des bovins à faible besoins alimentaires (génisses d'élevage) peut être assurée en grande partie par la paille, surtout après son traitement.

Les ovins peuvent également être conduits avec des régimes à base de paille et des quantités modérées de concentrés.

La paille produite est souvent conditionnée en balles et, pour les raisons évoquées précédemment, le traitement approprié est celui à l'ammoniac (Table 6). Ce traitement n'aura d'intérêt que si la quantité de concentré dans les régimes pour ovins reste inférieure à 400 ou 500 g par jour, correspondant à environ au tiers de la ration. Dans de telles conditions, le traitement à l'ammoniac (3% sans apport d'eau, paille en balles) améliore sensiblement les quantités ingérées de paille (+ 67%) et les performances de croissance (+ 60%). Le traitement à l'urée (4%, 25% d'eau ajoutée, paille en balles) quant à lui est nettement moins efficace (Nefzaoui *et al.*, 1993 ; Rokbani et Nefzaoui, 1993) (Table 6).

Il convient aussi de remarquer que l'azote apporté par ces deux types de traitement n'est que partiellement utilisé par l'animal. Une bonne partie de cet azote est non digestible et se trouve au niveau des fèces (Table 6).

Les résultats de la Table 7 obtenus avec des régimes où on distribue 600 g d'orge par jour, correspondant à 50% de la ration, montrent sans équivoque le peu d'intérêt du traitement des pailles dans de telles conditions d'alimentation. Ces observations, certes classiques et rapportés par divers auteurs, illustrent clairement que le traitement à l'ammoniac ou à l'urée n'a de l'intérêt que si la paille constitue l'essentiel du régime.

Cas 3. Pluviométrie faible (< 400 mm)

Caractéristiques des systèmes de production

- i. Zones où la culture de céréales et donc la production de paille est sporadique

selon les précipitations de l'année. La principale céréale est l'orge.

- ii. L'élevage, principalement ovin et caprin, est conduit en extensif et où les parcours interviennent pour une grande part dans la couverture des besoins. Seulement, ces parcours sont de plus en plus dégradés et les fourrages ramenés du nord sont de plus en plus chers. D'où une utilisation massive de paille aussi bien pour les animaux à faibles besoins alimentaires que pour permettre une production, certes modeste, mais relativement conforme aux normes des élevages extensifs.
- iii. Les parcours de ces zones subissent d'importantes actions d'amélioration pastorale, surtout des plantations d'arbustes fourragers (acacia, cactus, atriplex, etc.). Ces arbustes introduits dans des systèmes alimentaires aboutissent avec la paille à des régimes tout à fait nouveaux pour les éleveurs.

Table 6. Alimentation d'antennais de la race barbarine avec des régimes¹ à base de pailles traitées à l'ammoniac et à l'urée (adapté de Nefzaoui *et al.*, 1993)

	Pailles ²		
	PNT	PTA	PTU
Digestibilités des régimes (%)			
Matière organique	58,8	60,7	56,2
NDF	52,2	58,8	52,7
Bilans azotés (g azote par jour)			
N ingéré	10,7	20,8	15,5
N fécal	5,3	12,8	9,3
N urinaire	3,3	4,6	4,8
N retenu	2,0	3,3	1,4
Performances			
Nombre d'animaux	25	25	25
Durée de l'essai (jours)	150	150	150
Ingestions paille (g MS par jour)	370	620	475
Poids vif initial (kg)	26,31	28,36	27,06
Poids vif final (kg)	31,47	36,71	27,06
GMQ (g par jour)	50	80	56

¹Régimes : pailles à volonté et 400 g d'orge (+ CMV)

²Paille de triticales ; PNT = non traitée ; PTA = traitée à l'ammoniac (3% sans addition d'eau) ; PTU = traitée à l'urée (4% avec 25% d'eau ajoutée)

Utilisations potentielles de la paille

Deux voies possibles d'utilisation :

Avec l'atriplex et l'acacia et où la paille n'aura pas besoin d'être traitée, car ces deux espèces apportent suffisamment d'azote et où la contrainte est l'énergie. Cette dernière pourrait être apportée par une céréale (orge).

Table 7. Performances d'agneaux barbarins nourris avec des régimes à base de paille (Chermiti et Nefzaoui, 1992)

	Régimes ¹		
	Foin	PNT	PTA
Nombre d'animaux	15	15	15
Durée de l'essai (jours)	150	150	150
Poids vif initial (kg)	25,9	24,7	25,6
Poids vif final (kg)	37,6	35,0	36,1
GMQ (g par jour)	139	122	125
Ingestions (g MS par jour)			
Fourrage	600	650	630
Concentré	600	600	600

¹Paille d'orge non traitée (PNT) ; paille d'orge traitée avec 3% d'ammoniac (PTA) ; foin de vesce avoine ayant 5,3% de matières azotées totales

Le cactus inerme est une espèce très riche en eau (85 à 90%) et en minéraux, pauvre en matières azotées totales (2 à 6% de la MS) et en glucides pariétaux. L'adjonction d'un aliment "fibreuse" tel que la paille et d'une source azotée (protéique ou non protéique sous forme d'urée ou d'ammoniac) paraît indispensable pour assurer une meilleure utilisation du cactus.

Les résultats récents obtenus par Nefzaoui (1991) et consignés dans les Tables 8, 9 et 10 permettent d'avancer les conclusions suivantes :

Les résultats indiquent qu'il est possible de couvrir les besoins d'entretien en énergie des ovins en utilisant des régimes à base de 300 g de paille et du cactus inerme à volonté. Dans ces conditions, il est inutile de procéder au traitement de la paille et il est plutôt indiqué de compléter avec une source d'azote protéique.

En employant de plus grande quantité de paille (600 g par jour), il est possible de couvrir 1,7 à 1,9 les besoins d'entretien en énergie. Dans ces conditions, la paille doit être traitée à l'ammoniac ou à l'urée afin de subvenir aux besoins azotés de l'animal.

Cas 4. Les périmètres irrigués

Le maïs et le sorgho sont les deux principales céréales d'été cultivées dans les périmètres irrigués. Le maïs est en général ensilé plante entière, alors que le sorgho est à usage multiple (verdure et graines). Quand on produit de la graine, les pailles restantes peuvent être utilisées après traitement dans l'alimentation animale. Comme l'indique la Table 11, le traitement des cannes de sorgho hachées à l'ammoniac ou à l'urée, s'accompagne d'une nette amélioration de leur valeur alimentaire.

Table 8. Ingestions (g de MS par j) et digestibilités des régimes¹ (Nefzaoui, 1991, non publié)

	Ingestions		Digestibilités (%)				
	Paille	Cactus	MO	MAT	CB	NDF	ADF
R1	445	254	67,9	41,1	37,5	58,9	57,8
R2	447	242	64,0	48,0	30,5	51,3	50,5
R3	425	249	63,3	43,3	29,2	58,4	54,6
R4	432	494	66,5	45,9	46,5	61,4	62,9
R5	462	466	69,8	61,0	49,2	68,0	67,0
R6	439	486	72,6	77,1	52,7	69,9	74,1
ESM ²			2,7	2,3	2,7	2,2	2,3
Effets et niveau de signification							
Traitement			NS	***	NS	NS	NS
Niveau paille			**	***	***	***	***

¹R1 = cactus à volonté + 300 g de paille (paille non traitée) ; R2 = idem R1 (paille traitée à l'urée, 4%) ; R3 = idem R1 (paille traitée à l'ammoniac, 3%) ; R4 = cactus à volonté + 600 g de paille (paille non traitée) ; R5 = idem R4 (paille traitée à l'urée, 4%) ; R6 = idem R4 (paille traitée à l'ammoniac, 3%)

²Erreur standard de la moyenne

Cependant, les quantités produites à l'échelle de l'exploitation sont généralement faibles et les traitements recommandés dans ce cas à l'urée ne peuvent être logiquement que de type artisanal (sans usage de plastique pour la couverture de la meule).

Enfin, ces résultats témoignent également que si le traitement à l'urée est pratiqué correctement, il s'accompagne d'améliorations aussi importantes que celles obtenues avec l'ammoniac. Le traitement à l'urée a des chances de réussir s'il est pratiqué sur

la paille en "vrac" en présence d'humidité suffisante et un apport de réactif équivalent à un 3% d'ammoniac.

Conclusions

L'utilisation des pailles de céréales dans les pays de l'Afrique du Nord, avec une référence particulière à la Tunisie, présente certaines particularités et différences par rapport à celle des pays de la rive nord de la Méditerranée dont le climat est souvent favorable à une production fourragère plus importante.

Table 9. Bilans azotés (Nefzaoui, 1991, non publié)

Régimes ¹	En g par jour				En % de l'N ingéré		
	Ni	Nu	Nf	Nr	Nu	Nf	Nr
R1	4,70	2,10	2,77	-0,16	45	59	<0
R2	6,32	3,18	3,29	-0,15	50	52	<0
R3	6,54	3,45	3,66	-0,58	52	57	<0
R4	6,06	2,04	3,24	0,78	34	54	12
R5	10,03	3,29	3,91	2,83	33	39	28
R6	9,51	3,50	2,16	3,85	37	23	40
ESM ²	0,27	0,25	0,16	0,32	3,16	2,25	4,53
Effets et niveau de signification							
Quantité paille	***	NS	NS	***	***	***	NS
Traitement	***	***	***	***	NS	***	*
Q x T	***	NS	***	***	NS	***	***

¹R1 = cactus à volonté + 300 g de paille (paille non traitée) ; R2 = idem R1 (paille traitée à l'urée, 4%) ; R3 = idem R1 (paille traitée à l'ammoniac, 3%) ; R4 = cactus à volonté + 600 g de paille (paille non traitée) ; R5 = idem R4 (paille traitée à l'urée, 4%) ; R6 = idem R4 (paille traitée à l'ammoniac, 3%)

²Erreur standard de la moyenne

La paille, résidu de récolte, peut être considéré comme un "fourrage" à part entière dans les pays du sud méditerranéen et intervient, selon les situations et le degré de sécheresse de l'année, à plus ou moins grande échelle dans l'alimentation du bétail. La situation extrême, mais non rare, est son emploi comme seule source alimentaire avec éventuellement un léger complément sous forme d'orge ou de son.

Le traitement de la paille, surtout avec l'ammoniac, est devenu pratique courante du moins en Tunisie. Son intérêt demeure toutefois discutable. Il n'est justifié que si la paille représente 60 à 70% de la ration. C'est donc aux animaux à besoins modérés que la paille traitée est destinée. Dans les autres cas où la paille n'intervient qu'à raison de 50% dans le régime ou moins, le traitement deviendrait superflu, tout au moins son effet est "camouflé" par l'apport massif de concentré et sa justification économique devient difficile. En fait, les modifications des caractéristiques du rumen, par l'apport massif de concentré, rendrait le milieu digestif moins favorable à une activité cellulolytique optimale et expliquent sans doute cette situation.

Table 10. Valeurs alimentaires des régimes exprimés en % des besoins de l'entretien (Nefzaoui, 1991, non publié)

	Régimes ¹					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MOD	126	118	114	173	180	188
MAD	30	47	44	43	95	114

¹R1 = cactus à volonté + 300 g de paille (paille non traitée) ; R2 = idem R1 (paille traitée à l'urée, 4%) ; R3 = idem R1 (paille traitée à l'ammoniac, 3%) ; R4 = cactus à volonté + 600 g de paille (paille non traitée) ; R5 = idem R4 (paille traitée à l'urée, 4%) ; R6 = idem R4 (paille traitée à l'ammoniac, 3%)

Selon les différents cas évoqués et quand le traitement est justifié, il devrait être effectué avec l'ammoniac pour les pailles conditionnées en balles présentes en grandes quantités. Pour les petites exploitations peu mécanisées (paille en "vrac") et d'accès difficile et ne disposant d'ailleurs que de quantités réduites de pailles, le traitement à l'urée est mieux indiqué.

L'emploi de la paille et son traitement éventuel doit être raisonné selon les étages bioclimatiques ou en d'autres termes selon les systèmes de production. Pour les plaines céréalières du Nord et du Nord Ouest, l'emploi massif de paille traitée à l'ammoniac (balles, sans apport d'eau) pour les animaux à l'entretien ou à besoins modérés (élevage des génisses, antenais, antenaise) est recommandé.

Pour les petites exploitations des maquis et des zones forestières du Nord, la paille non traitée ou traitée à l'urée en petits tas couverts de terre, constitue un bon apport alimentaire pendant les journées pluvieuses où les bovins locaux, les bovins croisés et les caprins n'ont pas la possibilité de pâturer.

Table 11. Ingestion, digestibilités et bilans azotés de régimes à base de paille de sorgho non traitée, traitée à l'ammoniac ou à l'urée chez des ovins (Ben Salem et Nefzaoui, 1993)

Item	Régimes ¹			ESM ²
	PNT	PTA	PTU	
MAT (g par kg MS paille)	58,4	106,3	117,9	
MS ingerée				
Paille de sorgho				
g par kg P ^{0,75}	32,4 ^b	47,2 ^a	46,8 ^a	1,8
g par jour	427,0 ^b	707,0 ^a	667,0 ^a	31,1
Ration totale				
g par kg P ^{0,75}	51,0 ^b	65,33 ^a	65,6 ^a	2,0
g par jour	694,0 ^b	974,0 ^a	934,0 ^a	30,2
Digestibilités apparente des régimes (%)				
MO	59,9 ^b	66,5 ^a	67,2 ^a	1,6
MAT	47,4 ^c	61,1 ^b	71,3 ^a	1,8
NDF	52,8 ^b	67,4 ^a	64,2 ^a	1,9
N ingéré (g par jour)	8,9 ^c	18,0 ^b	18,7 ^a	0,6
N fécal (g par jour)	4,7 ^c	6,9 ^a	5,3 ^b	0,3
N urinaire (g par jour)	4,2 ^c	7,6 ^a	7,1 ^b	0,0
Azote retenu				
(g par jour)	-0,03 ^c	3,5 ^b	6,2 ^a	0,7
% azote ingéré	-33,7	19,4	33,1	-
Valeur nutritive de la paille de sorgho (calculée par différence)				
CUDa MO (%)	39,2 ^b	56,5 ^a	57,5 ^a	3,2
UFL par kg de MS	0,40	0,59	0,58	
MAD (g par kg MS)	12	58	81	

¹PNT : Paille de sorgho non traitée, PTA : Traitée à l'ammoniac, PTU : Traitée à l'urée

²Erreur standard de la moyenne

^{a,b,c}Les valeurs sur la même ligne suivie des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (P<0,05)

Pour les éleveurs de moutons et de chèvres, surtout ceux des zones arides et semi-arides, la paille, produite sur place ou ramenée des autres régions, intervient largement dans le rationnement des animaux depuis que les parcours naturels sont de plus en plus dégradés. Dans le cas où ils disposent d'arbustes fourragers et surtout de cactus, ces éleveurs ont la possibilité d'alimenter correctement leurs animaux en traitant la paille à l'ammoniac ou à l'urée. Des régimes à base de cactus et de paille, autrefois peu prisés car fort déséquilibrés, peuvent devenir intéressants une fois la paille correctement traitée.

Au terme de cette analyse qui est loin d'être complète et encore moins exhaustive, de nombreuses interrogations demeurent sans réponses convaincantes. Elles concernent l'opportunité des traitements sans recours à la couverture de la meule avec du plastique. Des essais de faisabilité des traitements, surtout à l'urée avec de la terre méritent d'être envisagés. Au plan fondamental, l'effet de la chaleur sur l'efficacité du traitement, aussi bien à l'urée qu'à l'ammoniac, nécessite davantage de recherche en associant la réponse de l'animal. L'utilisation optimale des pailles, traitées ou non, est conditionnée par leur degré d'ingestion. Les pailles d'Afrique du Nord moins chargées en fibres, plus dégradables, seraient-elles curieusement moins ingérées ? Seraient-ils, pour ne citer que ces facteurs, l'effet de la chaleur, l'équilibre des régimes ou le type de complément à incriminer ?

Références

- ABDOULI, A., KRAIEM, K. (1992). Traitement des pailles à l'urée. IV. Tentatives de traitements sans eau et ou sans couverture de la meule. *Revue de l'INAT*.
- BEN SALEM, H., NEFZAOU, A. (1993). Upgrading of sorghum stover with anhydrous ammonia or urea treatments. *Anim. Feed Sci. and Technol.* (sous presse).
- CHÉRMITI, A., NEFZAOU, A., TELLER, E., VANBELLE, M. (1992). Optimisation du traitement des pailles de céréales à l'ammoniac et à l'urée. 1. Evaluation de l'efficacité de traitement à partir des pertes de produits volatils. *Revue de l'Agriculture* 44(5) : 973-982.
- CHÉRMITI, A., NEFZAOU, A. (1992). Intérêt comparé du traitement et de la complémentation de la paille d'orge : Ingestion volontaire et performances d'agneaux barbares. *Annales de l'INRAT* (sous presse).
- 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 Production Science* 29 : 311-321.
- NEFZAOU, A., ROKBANI, N., CHÉRMITI, A. (1993). Traitement des pailles à l'ammoniac et à l'urée. 1. Effet du traitement et du hachage sur la digestibilité et les rétentions azotées chez des ovins. *Annales de l'INRAT* 66(1,2) : 185-200.
- ROKBANI, N., NEFZAOU, A. (1993). Traitement des pailles à l'ammoniac et à l'urée.

2. Effet du traitement et du hachage sur les performances de croissance des agneaux. Annales de l'INRAT 66(1,2) : 201-216.

ROKBANI, N., NEFZAOUI, A. (1993). Traitement des pailles à l'ammoniac et à l'urée.

1. Effet du traitement et du hachage sur les performances de croissance des génisses. Annales de l'INRAT 66(1,2) : 217-230.