



HAL
open science

**Les cannes de maïs dans l'alimentation des ruminants.
Conservation à l'ammoniac et à l'urée et valeur
alimentaire**

M. Chenost, F. Gaillard, J.M. Besle, D. Boffety, J.M. Boisseau, J.P. Chaise, J.
Hetault, L. L'Hotelier

► **To cite this version:**

M. Chenost, F. Gaillard, J.M. Besle, D. Boffety, J.M. Boisseau, et al.. Les cannes de maïs dans l'alimentation des ruminants. Conservation à l'ammoniac et à l'urée et valeur alimentaire. *Productions Animales*, 1991, 4 (2), pp.169-175. hal-00895936

HAL Id: hal-00895936

<https://hal.science/hal-00895936>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

M. CHENOST, F. GAILLARD*, J.M. BESLE
avec la collaboration technique de
D. BOFFETY, J.M. BOISSEAU, J.P. CHAISE,
J. HETAULT, L. L'HOTELIER

INRA - Station de Recherches
sur la nutrition des herbivores
Theix 63122 Saint-Genès-Champanelle

*CEMAGREF Unité de Montoldre
03150 Varennes-sur-Allier

Les cannes de maïs dans l'alimentation des ruminants.

Conservation à l'ammoniac et à l'urée et valeur alimentaire

Depuis l'apparition, ces dernières années, d'un dispositif permettant de mettre les cannes de maïs en andains derrière la moissonneuse-batteuse, il devient possible de ramasser facilement ces dernières avec une presse. Toutefois, comme elles sont humides, ces cannes une fois pressées fermentent très rapidement. Comment les conserver et quelle est leur valeur alimentaire pour les ruminants ?

Les cannes de maïs laissées sur le sol après la récolte du grain représentent environ 40 % de la matière sèche totale de la plante soit l'équivalent de 80 % de la matière sèche récoltée sous forme de grain. Elles constituent donc une ressource fourragère considérable (2 millions d'hectares sont ensemencés en maïs en France). Pourtant elles sont généralement enfouies. Lorsque la portance des sols le permet, elles peuvent être ramassées et ensilées en l'état et distribuées aux animaux comme fourrage d'appoint. Mentionnons qu'elles sont pâturées pendant l'hiver dans certaines régions des Etats-Unis. La part des cannes réservée en France à l'alimentation animale reste encore infime par rapport au potentiel.

Il existe depuis 3 à 4 ans un bec andaineur adaptable sur les moissonneuses-batteuses qui

permet de constituer un andain central de cannes hachées à partir de 4 ou 8 rangs de maïs. Il devient donc maintenant possible d'effectuer simultanément la collecte du grain et des cannes en passant avec une presse directement derrière la moissonneuse et non plus derrière une faucheuse/conditionneuse (Gaillard 1987) ayant fauché les cannes après la moissonneuse.

Les exploitants producteurs de maïs, en même temps éleveurs, disposent ainsi de cannes de maïs qu'ils peuvent inclure dans leur système d'alimentation.

Si le problème mécanique du ramassage et du conditionnement de ces cannes est ainsi simplifié, il convient toutefois de résoudre celui de leur conservation. En effet, riches en eau (de l'ordre de 50 à 60 % à leur mise en andain) et compactées en balles elles fermentent et ne peuvent pas être conservées en l'état. C'est ainsi que des éleveurs de l'Allier, désireux d'utiliser au mieux les cannes de maïs, en plus des pailles de leurs céréales à petits grains (blé et orge), ont sollicité le concours technique de différents organismes :

- le CEMAGREF (de Montoldre, Allier) et la Société AGRAM commercialisant le bec andaineur, pour les aspects mécanisation ;
- l'INRA (Centre de Clermont-Theix, Puy-de-Dôme) pour les aspects conservation, valeur alimentaire et utilisation par l'animal ;
- enfin l'ITEB et la Chambre d'Agriculture de l'Allier pour le suivi des animaux recevant ces cannes pendant une partie de l'année.

Cet article rapporte les résultats d'études conduites pendant 3 campagnes de récolte du maïs visant à mettre au point les techniques optimales de conservation des cannes et à mesurer leur valeur alimentaire.

Résumé

On peut conserver sous atmosphère ammoniacale des cannes de maïs pressées en balles le jour même (teneur en matière sèche de 35 à 40 %) ou le lendemain (teneur en MS de 50 %) de la récolte du grain à la moissonneuse-batteuse équipée d'un bec andaineur. Il convient pour cela d'injecter 3 kg d'ammoniac anhydre (dose minimum surtout si les cannes sont humides) soit d'incorporer 6 kg d'urée en granulé (qui s'hydrolyse pour produire 3 kg d' NH_3) par 100 kg de MS de cannes. Les balles, traitées quelques heures après leur fabrication et mises sous gaine de plastique pendant 1 mois 1/2 à 2 mois, peuvent alors être ouvertes sans reprise des fermentations.

Ces techniques constituent avant tout des traitements conservateurs de produits humides plutôt que des traitements améliorateurs de la valeur alimentaire. La digestibilité et la valeur PDIE des cannes ainsi conservées sont en effet peu modifiées ; la valeur PDIN passe toutefois de 30 à 70 g/kg MS grâce à la fixation de l'ammoniac.

Le dispositif d'incorporation directe de l'urée dans la balle reste à perfectionner pour garantir une conservation homogène des cannes à l'intérieur des balles.

1 / Traitements de conservation

1.1 / Principe

Des essais américains (Saenger *et al* 1982) et canadiens (Morris *et al* 1980; Mowat 1981) avaient déjà montré que l'ammoniac anhydre permettait de conserver des cannes de maïs et, même, d'en améliorer la valeur alimentaire. Celles-ci, conditionnées en balles cubiques à la récolte, étaient stockées en meules. L'ammoniac était injectée suivant la technique classique de Sundstøl *et al* (1978) à raison de 2 à 3 kg d'ammoniac par 100 kg de matière sèche de canne.

Les exploitants chez qui nous avons conduit nos études disposaient du système « Armako » (fourche à dents creuses permettant d'injecter l'ammoniac au cœur de balles rondes de paille). Il était donc intéressant d'étudier les modalités d'application de cette technique aux balles rondes de cannes de maïs ce qui, à notre connaissance, n'avait pas encore été réalisé jusqu'ici.

Nous avons procédé par analogie avec le traitement, par cette même technique, des foin humides (Zwaenepoel *et al* 1986) et des spathes de maïs, issues de production du maïs semence (Chenost *et al* 1986).

Pour compléter la gamme des possibilités de conservation de ces cannes conditionnées en balles rondes nous avons également étudié une autre technique. Comme pour les spathes, elle a consisté à tester les modalités pratiques d'incorporation d'urée en granulés dans les cannes au moment de la fabrication des balles. L'humidité des cannes rend en effet possible l'hydrolyse de l'urée en ammoniac qui diffuse alors dans la balle placée sous plastique. Cette technique était d'ailleurs testée avec succès, simultanément et indépendamment, à l'échelle du laboratoire au Portugal (Dias-Da-Silva *et al* 1988).

1.2 / Mise en place des essais

Le tableau 1 regroupe les principales informations relatives à la récolte des cannes et aux traitements de conservation réalisés.

Les cannes de maïs ont été récoltées sur deux exploitations différentes : l'une en Limagne, sans élevage (exploitation 1), où les cannes expérimentales ont ensuite été étudiées au Centre INRA de Theix ; l'autre dans l'Allier (exploitation 2) où les cannes, suivant les traitements effectués, ont servi à la fois pour l'alimentation du troupeau de l'exploitation et pour les mesures expérimentales de la valeur alimentaire au Centre de Theix.

Toutes les balles ont été récoltées avec le dispositif andaineur adapté sur la moissonneuse batteuse, sauf en 1986 sur l'exploitation 2, où elles ont été récoltées avec une faucheuse conditionneuse après le passage d'une moissonneuse batteuse normale. Elles ont toujours été pressées en balles rondes, soit le lendemain de la récolte du grain, après un ressuyage de 24 h en andains, soit le jour même de la récolte du grain (tableau 1).

La teneur en matière sèche moyenne des cannes au moment du pressage a été de 46,5 ; 51,1 et 41,0 après ressuyage et de 36,0 et 39,3 sans ressuyage (tableau 1).

Les quantités de cannes finalement pressées ont varié de 3 à 3,5 tonnes/ha sur l'exploitation 1 et de 5 à 6 tonnes/ha sur l'exploitation 2 dont les rendements en grains étaient respectivement de 7,5 à 8,0 et de 10,0 à 11,5 t/ha (tableau 1). Ces quantités ont représenté de 50 à 65 % des cannes théoriquement disponibles.

Les traitements de conservation ont été réalisés quelques heures après la fabrication des halles.

a / Traitement à l'ammoniac (Armako)

Les traitements de conservation « Armako » ont été testés avec des doses d'ammoniac allant de 2 à 4 kg/100 kg de matière sèche de cannes suivant les années et les exploitations (tableau 1). L'objectif était de définir les quantités minimales d'ammoniac à apporter. Ces quantités étaient calculées à partir de la mesure de la matière sèche des cannes (étuve à 100°C pendant 24 h) effectuée la veille de l'intervention sur des échantillons préparés à l'avance (fraîchement fauchés ou ressuyés pendant 24 h en andains). Les doses réellement utilisées, calculées après coup à partir de teneurs en MS plus précises (étuve à 80°C, 48 heures - échantillon prélevé au moment même du traitement) se sont avérées en fait légèrement différentes (tableau 1).

Les balles rondes ont été introduites dans la gaine de plastique à raison soit d'une balle par section (boudin classique, dans l'exploitation 2), soit de trois (2 au sol, 1 au-dessus), soit de cinq (3 au sol, 2 au-dessus) balles par section dans l'exploitation 1, respectivement en 1986 et 1987. Pour des raisons purement matérielles on a été amené, en 1987, chez l'exploitant 1, à conserver les balles par la méthode du tas. L'ammoniac avait alors été injecté par tuyau perforé à l'intérieur de la meule à la dose de 3,9 %.



Traitement Armako : l'ammoniac est injecté au cœur des balles rondes à l'aide de fourches à dents creuses.

b / Traitements à l'urée

L'urée en granulés a été introduite par gravité dans la balle au moment de sa fabrication grâce à un réservoir fixé sur la presse au-dessus du pick-up. Une vis sans fin placée dans le réservoir, en prise avec l'axe de roulement de la presse, et des goulottes de PVC de 70 mm de diamètre, reliant le réservoir au pick-up proprement dit, permettaient de faire tomber l'urée proportionnellement à l'avancée de la presse, donc à la quantité de canne entrant dans la chambre de pressage. Un dispositif de déflecteurs permettait de répartir l'urée sur toute la superficie du pick-up. Lors de la première année d'essai on a testé l'intérêt de l'adjonction d'une source d'uréase (soja cru moulu) pour la réaction d'uréolyse. La farine de soja était alors préalablement mélangée à l'urée (quelques jours avant et à l'abri de l'humidité) avant d'être versée dans le réservoir à vis.

Une fois fabriquées au champ les "balles urée" étaient transportées dans la journée sur l'aire de stockage où elles étaient introduites et rangées dans les gaines ou en tas.

Comme l'urée ne génère que la moitié de son poids sous forme d'ammoniac au cours de l'uréolyse, on a incorporé des quantités d'urée égales au double de celles d'ammoniac pour travailler à des doses d'alcali comparables.



Cliché INRA / M. Chenost.

1.3 / Résultats de conservation

Les gaines et les meules ont été ouvertes en moyenne 2 mois après la réalisation du traitement.

a / Ammoniac anhydre

L'ensemble des traitements : doses d'ammoniac, disposition des balles à l'intérieur des

Traitement à l'urée : l'urée, sous forme de granulés, est incorporée au moment du pressage grâce à la trémie fixée au-dessus du pick-up.

Tableau 1. Quantités de cannes de maïs récoltées et différents traitements de conservation effectués au cours des 3 campagnes.

Année	N° d'exploitation (date de récolte)	Culture de maïs		Cannes récoltées		Délai (1) j	Traitement			Résultat de conservation + : bon ½ : 50 % pertes - : mauvais
		Variété	Grain t/ha	t/ha	MS %		Nature	Dose d'NH ₃ ou d'urée en p.100 MS cannes		
								Théorique	réel	
1986	1 (29/9-9/10)	Dea 2350 LG	7,5 à 8,0	3,4	46,5	1	NH ₃ Armako	2,0	4,3	+
							id.	3,0		+
	id.	4,0	+							
1986	2 fin octobre	Dea Carla	10,0 à 11,5	5,5	41,0	1	Urée gaine	4,0	8,9	+
							id.	6,0		+
							id.+ uréase	8,0		+
1987	1	Dea 75 LG	7,5 à 8,0	2,9	51,1	1	NH ₃ Armako	3,0	2,9	+
							NH ₃ meule (2)	4,0		3,9
	2 fin octobre	Dea Carla	10,0 à 11,5	5,6	36,0	0	NH ₃ Armako	3,0	4,2	+
1988	2 (14/10)	Dea Carla	10,0 à 11,5	5,5	39,3	0	NH ₃ Armako	2,0	2,0	-
							id.	2,5		2,6
	id.	3,0	3,1	+						
1988	2 (14/10)	Dea Carla	10,0 à 11,5	5,5	39,3	0	Urée gaine	4,0	2,7 (3)	-
							id.	6,0		5,9 (3)

(1) nb de jours après récolte (2) introduction de l'NH₃ par tuyau (3) par dosage de l'urée avant introduction dans la gaine.

gainés, injection Armako ou diffusion en tas, ont permis une bonne conservation et la stabilité des cannes lors de leur reprise après ouverture des gainés et des tas (tableau 1).

Seules les doses de 2 et de 2,5 kg testées la troisième année se sont avérées insuffisantes. A leur ouverture, les balles étaient en effet envahies de moisissures blanches (*Absidia* et *Mucor* du genre mucorales). En outre la couleur claire du matériel végétal, comparée à la couleur jaune foncé obtenue avec les autres doses, reflétait bien l'insuffisance du traitement alcalin proprement dit. La dose de 2 kg testée la première année chez l'exploitant s'était pourtant avérée suffisante. La seule cause pouvant expliquer cet échec est sans doute à mettre au compte de l'humidité des cannes au moment de l'injection (teneur en MS de 39,3 contre 46,5 %) qui a dû gêner la bonne diffusion de l'ammoniac (piégé par l'eau) dans la masse végétale.

En définitive, si la dose de 2 kg/100 kg MS peut suffire lorsque l'humidité des cannes est amenée à 50 % par un ressuyage de 24 heures, il s'avère nécessaire de traiter à raison de 3 kg/100 kg MS lorsque l'injection est pratiquée le même jour que la récolte du grain.

b / Urée

La réussite des traitements a été variable suivant les années et les quantités d'urée utilisées (tableau 1).

En 1986, où la teneur en matière sèche des cannes au moment du traitement était de 46,5 %, la conservation et la stabilisation ont été assurées quelle que soit la dose d'urée (4, 6 et 8 kg) et indépendamment de l'adjonction d'uréase.

En 1987, où la teneur en MS des cannes lors du traitement était pourtant de 51,1 %, les doses de 6 kg d'urée, avec ou sans uréase, n'ont pas pu assurer une conservation homogène. Les balles étaient couvertes de moisissures blanches qu'on pouvait également observer sur les sections des balles après leur tronçonnage, selon des couronnes proches de la périphérie. On observait également des poches déliquescents de couleur brune réparties inégalement au sein des balles et on n'a pu récupérer que

50 % de matériel végétal correctement conservé.

Enfin, les balles de l'essai 1988 où la teneur initiale des cannes en MS n'était que de 39,3 % n'ont pas pu être conservées et ont présenté les mêmes défauts qu'en 1987, même avec 6 kg d'urée.

Comme dans le cas des spathes de maïs (Chenost *et al* 1986), il apparaît finalement que l'incorporation de l'urée n'a pas été correctement maîtrisée. Le manque d'homogénéité dans le mélange de l'urée avec le matériel végétal entraîne des irrégularités de conservation qui sont d'autant plus importantes que l'humidité des cannes est élevée. Elles sont également plus importantes lorsque les balles sont rangées en tas (1987) que lorsqu'elles sont introduites dans des gainés (1986), à taux d'humidité comparable (51,1 et 46,5, respectivement).

Un dosage de l'urée effectué lors du troisième essai sur des échantillons prélevés par carottage sur des balles juste avant leur mise en gaine a révélé que les doses d'urée effectivement incorporées au sein des balles étaient bien inférieures à celles prévues. C'est ainsi que le traitement prévu à 4 kg, qui après calcul réalisé à partir de la teneur en matière sèche et du poids des balles réel devait théoriquement avoir été effectué à 3,74 kg, n'a été réellement effectué qu'à la dose de 2,68 kg. Celui de 6 kg, théoriquement de 6,9, n'a été réellement effectué qu'à 5,9 kg. On a donc perdu sur ces deux traitements respectivement 1,06 et 0,98 kg d'urée par 100 kg de MS de cannes et cela vraisemblablement par chute de l'urée sur le sol.

Ces résultats montrent qu'il est encore nécessaire d'améliorer le système d'incorporation de l'urée avant de diffuser cette technique pour tant prometteuse et peu onéreuse.

2 / Composition et valeur alimentaire

2.1 / Composition morphologique

On a effectué une mesure moyenne de la composition morphologique de la plante

Si la teneur en MS des cannes est suffisante, l'injection de 3 % d'ammoniac permet une conservation correcte. Par contre, l'incorporation de l'urée est encore difficile à maîtriser.

Tableau 2. Composition morphologique de la plante entière de maïs au moment de la récolte. Exploitation 1, 1986.

Organes	p. 100 de la matière fraîche totale	p. 100 de la matière sèche totale		teneur en MS (p. 100)
		observé	littérature*	
Tiges	35,1	20,0	25,1	46,5
Feuilles	12,2	13,4	10,5	
Spathes	7,7	6,1	5,6	
Cannes		39,5	41,2	
Rafles	8,6	6,5	9,7	
Grain	36,4	54,0	49,1	68,7
Epi nu		60,5	58,8	
Total	100,0	100,0	100,0	

* Moyenne de 4 années (Vetter, cité par Demarquilly, 1979).

Tableau 3. Composition chimique, digestibilité et valeur alimentaire (calculée à partir des résultats de digestibilité) des cannes de maïs fraîches ou conservées selon différents traitements de conservation.

Année de l'essai	1986 - Exploitant 1			1987 - Exploitant 1			1988 - Exploitant 2	
	Non traitée	NH ₃ (4)	Urée (8)	Non traitée	NH ₃ (3)	Urée (6)	Non traitée	NH ₃ (3)
Nature du traitement (kg d'NH ₃ ou d'urée / 100 kg de MS de cannes)								
Teneur en matière sèche (%)	52,4	60,0	52,1	51,1	54,2	56,1	39,3	44,9
Composition chimique								
cendres (% MS)	8,6	9,2	11,2	ND	14,2	9,1	ND	9,2
cellulose brute (% MS)	32,8	31,7	32,9	ND	34,6	37,1	ND	35,5
N × 6,25 (% MS)	4,8	14,4	11,6	6,2	10,0	8,8	4,7	12,1
dont N soluble (% N total)	32	61	71		52	44	45	61
N - NH ₃ (% N total)		23	23		25	ND		ND
Hydrolyse de l'urée (p. 100)			75			100		
Essai digestibilité mouton				ND			ND	
Quantités ingérées (g MS/j/mouton)								
- cannes	800	741	483		730	765		466
- orge (o) ou pulpes sèches (p)	0	100 (p)	100 (p)		100 (o)	100 (o)		0
- tourteau de soja	100	0	0		30	30		0
Ingestibilité des cannes (g MS/kg de PV ^{0,75})	36,2	34,1	23,0		31,4	32,9		26,3
Digestibilité de la matière organique des cannes (p. 100)	56,7	67,4	60,8		61,5	53,1		58,8
UFL/kg MS	0,60	0,71	0,62	ND	0,67	0,55	ND	0,61
PDIN g/kg MS	28,8	83,9	67,6		58,3	51,7		76,4
PDIE g/kg MS	53,0	70,0	60,2		64,1	56,8		82,2

entière de maïs lors de la première année (1986) sur l'exploitation 1. Les cannes (tiges + feuilles + spathes) représentaient 39,5 % et l'épi nu 60,5 % du poids sec de la plante entière. Ces chiffres sont d'ailleurs très voisins de ceux observés sur des maïs américains récoltés également à la maturité physiologique du grain (tableau 2).

2.2 / Matières azotées totales

La teneur en MAT (N × 6,25) qui est de 4,7 à 6,2 % de la MS avant traitement (figure 1) augmente, pour les traitements réussis et pour les parties saines récupérées des traitements partiellement défectueux

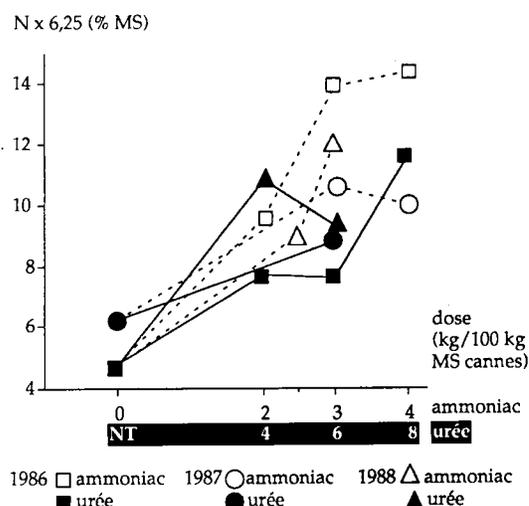
- de 6,2 ± 2,5 points, jusqu'à des valeurs comprises entre 9,0 et 13,9 % avec les traitements ammoniac,

- de 4,1 ± 1,7 points et atteint 7,6 et 11,6 % avec les traitements urée (si l'on exclut toutefois la valeur de 16,1 obtenue au bout de 5 semaines où l'uréolyse n'était pas achevée, tableau 3). Les taux moyens de fixation (N retenu/N injecté) sont ainsi de 39 % pour l'ammoniac (injecté en moyenne à raison de 3,1 %), et de 23 % pour l'urée (incorporée en moyenne à raison de 6 %). Ils sont voisins pour l'ammoniac mais inférieurs pour l'urée (23 contre 38 %) à ceux obtenus avec les spathes de maïs (Chenost *et al* 1986) qui avaient pourtant été traitées dans des conditions comparables et à la même époque de l'année, donc à des températures voisines, dont on connaît l'influence positive sur l'efficacité du traitement (Alibes *et al* 1984).

La présence d'uréase a facilité l'uréolyse (qui est passé de 75 à 94 %) à la dose élevée (8 %) d'urée en 1986 mais ne l'a pas améliorée à la dose de 6 % en 1987 où elle était déjà pratiquement complète (96 %) (tableau 3). C'est pourquoi nous n'avons plus utilisé d'uréase par la

suite car, l'humidité des cannes étant plus élevée et la durée du traitement avant ouverture de l'ordre de 2 mois, les conditions d'une bonne uréolyse étaient réunies ; cette dernière a d'ailleurs été pratiquement totale (93 %).

Figure 1. Variation de la teneur en équivalent azoté (N × 6,25) des cannes de maïs suivant la nature du traitement.



2.3 / Digestibilité et ingestibilité

La digestibilité et l'ingestibilité des cannes conservées n'ont été mesurées que pour les traitements ayant conduit à une bonne conservation et sur la fraction correctement conservée du traitement urée - 6 % de 1987.

Pour des raisons pratiques liées à la nécessité de congeler une balle entière en l'état, nous n'avons mesuré la digestibilité des cannes fraîches sur moutons que pendant la première année d'étude (tableau 3).

Les cannes fraîches ou conservées étaient distribuées à volonté (15 % de refus) en 2 repas par jour sans être rebroyées (le dispositif andaineur les ayant déjà hachées grossièrement) à des lots de 6 moutons mâles castrés de race Texel pesant environ 70 kg (2 semaines d'adaptation suivies d'une semaine de mesure).

Les cannes fraîches ont été complémentées par 100 g de tourteau de soja pour amener la teneur de la ration en MAT à au moins 9 %.

Les cannes traitées ont été complémentées par 100 g de pulpes de betteraves déshydratées en 1986 et 100 g d'orge en 1987. On a ajouté 30 g de tourteau de soja en 1987 en raison des doses de traitement en ammoniac et en urée utilisées plus faibles qu'en 1986. Compte tenu des résultats de digestibilité corrects et des bonnes fixations d'ammoniac observées lors des 2 années précédentes, nous avons finalement pris le parti de ne pas les compléter du tout en 1988 (tableau 3).

La digestibilité des cannes à l'intérieur de la ration a été calculée en corrigeant l'indigestible mesuré de l'indigestible résultant des compléments, calculé à partir des valeurs de digestibilité publiées dans les Tables INRA (1988).

La digestibilité de la matière organique (dmo) des cannes fraîches (56,7 %) est de l'ordre de grandeur de celles (57,5 et 63,7 %) de cannes séchées rapportées par Demarquilly (1979). Elle est inférieure à celle (66,7 %) des spathes fraîches mesurées par Chenost *et al* (1986).

Les traitements de conservation de la première année ont augmenté la dmo de l'ordre de 10 points avec l'ammoniac et de 4 points avec l'urée. Les dmo des cannes "ammoniac" des 2 années suivantes (61,5 et 58,8) ont été moins élevées que la première année (67,4) mais sont restées voisines ou supérieures aux dmo de cannes ensilées (57,0 - 58,5 - 57,5) rapportées par Demarquilly (1979). La dmo médiocre (53,1) des cannes/urée 1987, pourtant mesurée sur la fraction correctement conservée et pourtant ingérée comme les cannes NH₃, est à considérer avec réserves. Cette faible dmo est vraisemblablement liée à l'échauffement des cannes.

Les traitements de conservation permettent donc d'améliorer la valeur PDIE des cannes. Ils permettent surtout d'en améliorer la valeur PDIN qui augmente de 30 à 55 g/kg MS suivant les conditions de traitement, si l'on excepte le traitement urée de 1987. L'ingestibilité, déjà médiocre, des cannes fraîches n'a pas été améliorée par les traitements conservateurs. Elle a

même été dépréciée par le traitement urée de 1986 et, sans doute aussi, par le traitement ammoniac de 1988 où les quantités ingérées par des moutons de 60 kg n'ont pas dépassé 500 g de MS par animal et par jour soit 26,3 g/kg P^{0.75} (tableau 3).

Conclusion

Comme pour les spathes, les traitements réalisés sont avant tout des traitements conservateurs de produits humides plutôt que des traitements améliorateurs de la valeur alimentaire et c'est surtout la valeur PDIN qui pourra être améliorée grâce à la fixation de 30 à 40 % de l'ammoniac du traitement.

La dose de 3 % (MS) d'ammoniac constitue le seuil en deçà duquel il ne faut pas descendre sous peine de rencontrer des problèmes de conservation surtout lorsque l'injection est pratiquée le même jour que la récolte du grain et que la teneur en MS des cannes n'est que de l'ordre de 35 %.

Il est très important de pouvoir évaluer rapidement et de façon aussi précise que possible la teneur en matière sèche des cannes lors de leur pressage pour éviter des erreurs de dosage. L'expérience acquise après plusieurs années en grandeur réelle chez l'exploitant montre que, en conditions météorologiques normales, la teneur en MS des cannes laissées en andains sur le champ après passage de la moissonneuse n'est pas inférieure à 35 %.

La technique de traitement à l'urée est prometteuse mais il reste encore à améliorer la fiabilité du dispositif d'incorporation de l'urée dans la masse végétale avant de pouvoir la proposer dans la pratique. L'adjonction d'une source d'uréase ne s'avérant pas nécessaire, l'incorporation de l'urée doit être plus aisée à réaliser.

Remerciements

Les auteurs remercient les deux exploitants de l'Allier et du Puy-de-Dôme qui ont volontiers accepté de collaborer pour la mise en place des essais. Ils remercient également la Société AGRAM, Saint-Denis, tout particulièrement M. Jeandenan, pour leur étroite collaboration avec le CEMAGREF et l'INRA en ce qui concerne le dispositif d'incorporation de l'urée. Ils tiennent à remercier le Fonds Interministériel du Développement et de l'Aménagement Rural (Région Auvergne) pour l'aide financière apportée à la réalisation de l'étude. Leurs remerciements vont également à M. Lebars du laboratoire de toxicologie, INRA-Toulouse, pour les déterminations des moisissures et à M. Grenet de l'ITEB - Section Theix, pour ses conseils dans l'élaboration des différentes étapes expérimentales.

Les traitements augmentent la valeur azotée des cannes mais n'améliorent pas leur ingestibilité.

Références bibliographiques

- ALIBES X., MUNOZ F., FACI R., 1984. Anhydrous ammonia-treated cereal straw for animal feeding. Some results from the mediterranean area. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 10, 239-246.
- CHENOST M., BESLE J.M., BOISSAU J.M., BONY J., 1986. Conservation et utilisation des spathes de maïs par les ruminants. 1. Mise au point d'une technique de conservation et utilisation par les génisses (laitières et à viande) en croissance, âgées de un an, au cours de la période hivernale. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA*, 64, 37-45.
- DEMARQUILLY C., 1979. Valeur nutritive et utilisation des sous-produits de la culture du maïs. *B.T.I.*, 343-344 ; 411-420.
- DIAS-DA-SILVA A.A., MASCARENHAS-FERREIRA A., GUEDES C.V.M., 1988. Effects of moisture level, treatment time and soya bean addition on the nutritive value of urea-treated maize stover. *Animal Feed Science and Technology*, 19, 67-77.
- GAILLARD F., 1987. La récolte des tiges de maïs. *CEMAGREF, BTMEA*, 19-20.
- INRA, 1988. L'Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications (Route de Saint-Cyr), 78000 Versailles.
- MORRIS P.J., MOWATT D.N., 1980. Nutritive value of ground and/or ammoniated corn stover. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 327-336.
- MOWATT D.N., 1981. Alternative processes for improving the nutritive value of maize stover. *Agriculture and Environment*, 6, 153-160.
- SAENGER P.F., LEMANAGER R.P., HENDRIX K.S., 1982. Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effects on digestibility, intake and performance of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 54, 419-425.
- SUNDSTOL F., COXWORTH E., MOWAT D.N., 1978. Improving the nutritive value of straws and other low quality roughages by treatment with ammonia. *World Animal Review*, 26, 13-21.
- ZWAENPOEL P., DULPHY J.P., PELHATE J., BEAULIEU G., 1986. Les effets de l'ammoniac anhydre sur la conservation et la valeur alimentaire de foin humides de ray-grass. I - Effet de la dose d'ammoniac selon la teneur du foin en matière sèche. *CEMAGREF, BTMEA*, 1, 15-68.

Summary

Maize stovers for ruminant feed. Ammonia and urea preservatives and feed value.

It is possible to preserve maize stovers under an ammonia atmosphere when pressed in bales either the same day as harvest (their DM content about 35-40 %) or the day after (their DM content about 50 %) when harvesting is carried out using a combine fitted with a win-rowing device. Either 3 kg NH₃ or 6 kg urea (that hydrolyses into 3 kg NH₃) per 100 kg DM of maize stovers is the minimum dose particularly when the stovers are wet, and must consequently be either injected few a hours after baling or directly incorporated at baling. After 1 1/2 month to 2 months of storage

under plastic wrap the bales are stabilized and can be safely opened.

Such techniques have to be considered as preserving ones rather than as feeding value improvement. The digestibility and the PDIE value of the treated stovers do not differ when compared with fresh material. However, their PDIN value increases from 30 to about 70 g/kg DM, due to the retained ammonia.

The urea incorporation device remains to be improved in order to ensure an even preservation of the stovers within the bales.

CHENOST M., GAILLARD F., BESLE J.M. 1991. Les cannes de maïs dans l'alimentation des ruminants. Conservation à l'ammoniac et à l'urée et valeur alimentaire. *INRA Prod. Anim.*, 4 (2), 169-175.