

## Incorporation de tourteau de soja ou de colza dans le silo de maïs

**J.R. Peccatte, J.L. Alleaume, P. Laisne**

**La complémentation de l'ensilage de maïs est souvent délicate pour l'éleveur car elle nécessite des équipements onéreux. L'incorporation du tourteau lors de la réalisation de l'ensilage est relativement pratique et économique. Mais qu'en est-il de la conservation de ce "mélange" et de sa valeur alimentaire ?**

### *RESUME*

Deux tourteaux de soja et de colza ont été incorporés à l'ensilage de maïs à des doses croissantes (teneurs comprises entre 100 et 150 g MAT/kg MS). La conservation des ensilages a été bonne, sans protéolyse importante. L'utilisation digestive des ensilages conservés avec tourteaux incorporés a été comparable à celle des mêmes ensilages de maïs conservés seuls, mais avec apport de quantités identiques de tourteau à la distribution à l'auge. Mais les digestibilités (matière organique, MAT et cellulose brute) augmentent avec l'accroissement de la quantité de tourteau. La rétention d'azote a été identique pour les deux modes d'apport du tourteau mais sensiblement différente entre les 2 essais. Elle augmente avec le niveau de MAT.

### *MOTS CLES*

Complémentation, ensilage, maïs, digestibilité, ration, valeur alimentaire, valeur azotée.

### *KEY-WORDS*

Complementation, diet, digestibility, feeding value, maize, nitrogen value, silage,

### *AUTEUR*

INRA, Domaine du Pin-au-Haras, F-61310 Exmes ; mél : Peccatte@rennes.inra.fr

La distribution du complément azoté des vaches laitières est en général réalisée en salle de traite ou bien avec des distributeurs automatiques (DAC), mais aussi avec l'aide de remorques distributrices mélangeuses permettant de constituer une ration complète. Cependant, beaucoup d'éleveurs, qui ne disposent pas de matériel ni d'installation permettant la distribution de l'ensilage, laissent leurs vaches consommer le fourrage directement au silo en libre service. Pour ces éleveurs, la complémentation azotée pose des problèmes, surtout pour les vaches tarées qui ne rentrent pas en salle de traite.

Pour palier ces difficultés, certains éleveurs mélangent du tourteau de soja dans l'ensilage de maïs lors du remplissage du silo. Les observations faites par les Chambres d'Agriculture ont montré que la conservation du mélange était bonne, ainsi que les performances des vaches laitières.

Un essai réalisé à la station expérimentale de Pont-Hébert (Chambre d'Agriculture de la Manche), comparant l'efficacité du tourteau de soja mis dans le silo ou distribué à l'auge, a montré après incorporation lors de l'ensilage une augmentation des pertes pendant la conservation, alors que les performances des vaches laitières étaient légèrement plus élevées, avec un niveau d'ingestion supérieur (Beauchamp, 1994).

Il paraissait donc intéressant de vérifier la conservation de ce mélange (maïs - tourteau) et d'étudier l'utilisation de l'azote dont l'hydrolyse éventuelle des protéines du tourteau pouvait induire des dégradations et des pertes d'azote, et par conséquent modifier les valeurs PDI.

C'est pourquoi deux essais ont été mis en place à la station de l'INRA du Pin au Haras, où l'on a incorporé du tourteau à de l'ensilage de maïs. Ces ensilages ont été distribués à des moutons maintenus en cage de digestibilité. Le tourteau a été incorporé à des doses croissantes soit au moment de la réalisation des ensilages, soit lors de la distribution du même maïs à l'auge. Pour le premier essai ("essai 1", réalisé en 1993), 3 niveaux d'incorporation de tourteau de soja ont été testés, de façon à obtenir une ration complète approchant 100, 120 et 150 g de MAT par kg de MS. Pour le second essai ("essai 2", 1997), seuls 2 niveaux d'apport de tourteau de colza ont été étudiés : 120 et 150 g de MAT.

## **1. Matériel et méthode**

### **\* Présentation des 2 essais**

Les maïs utilisés pour réaliser les ensilages ont profité de bonnes conditions de végétation : celui de l'essai 1 a été récolté le 18 octobre 1993 à un taux de 38,2% MS (Matière Sèche), celui de l'essai 2 a été récolté le 30 septembre 1997 à 39,0% MS ; leur rendement était supérieur à 15 t MS par hectare. Le maïs de l'essai 1 (cv. LG 2266) se caractérisait à la récolte par une teneur en azote très faible (5,2% de MAT (Matières Azotées Totales), 21,7% de CB (Cellulose Brute) et 36,0% d'amidon) ; celui de l'essai 2 (cv. LG 2080) était de composition beaucoup plus classique (7,7% de MAT, 20,2% de CB et 32,7% d'amidon).

Les ensilages ont été réalisés dans de petits silos (bacs métalliques de 1 000 litres, munis de film de plastique) dans lesquels on a déposé 400 kg de fourrage vert (haché finement pour l'essai 1, plus grossièrement pour l'essai 2). Pour l'ensilage avec tourteau, le mélange a été réalisé en incorporant par couche homogène la quantité de tourteau nécessaire à chaque fois que l'on ajoutait 40 kg de fourrage. Ainsi, dans l'essai 1, nous avons introduit pour les 3 traitements 26 g, 46 g et 70 g de tourteau de soja par kg de maïs vert, ce qui représentait respectivement, 8,7%, 14,3% et 20,0% de la matière sèche sous forme de tourteau de soja. Dans l'essai 2, le tourteau de colza a été ajouté à raison de 79 g et 130 g par kg de maïs vert, ce qui représentait 15,2 et 22,8% de la matière sèche totale. Parallèlement, pour chaque essai, un même nombre de silos témoins sans tourteau a été réalisé (trois pour l'essai 1, deux pour l'essai 2).

Le faible niveau de MAT de l'ensilage de maïs de l'essai 1 a eu pour conséquence d'obtenir des niveaux de MAT des régimes plus faibles que ne le prévoyait le protocole : 100, 120 et 150 g de MAT par kg de MS au lieu des 3 niveaux retenus initialement (120, 140 et 160 g de MAT).

### **\* Mesures réalisées**

A partir du 2<sup>e</sup> jour et jusqu'au 10<sup>e</sup> jour de fermeture des silos, la température de chaque silo a été mesurée dans la masse à l'aide d'un thermomètre sonde de 30 centimètres.

Un bilan précis des quantités de fourrages mises dans chacun des silos, puis prélevées lors de l'utilisation (avec échantillonnage pour déterminer précisément les taux de matière sèche) ont permis de calculer les pertes réelles pendant la conservation.

D'autres échantillons d'ensilage de maïs (avec ou sans tourteau) ont été prélevés, congelés puis envoyés au laboratoire pour le dosage des produits de la fermentation et les proportions d'azote soluble et ammoniacal (Dulphy, Demarquilly, 1981).

Chaque fourrage conservé avec tourteau a été distribué à un groupe de 6 moutons maintenus en cage de digestibilité pendant 12 jours consécutifs (4 jours d'adaptation et 8 jours de mesure) après une période de transition au régime ensilage de maïs de 3 semaines (Demarquilly *et al.*, 1978).

Entre deux périodes de mesure, les moutons étaient regroupés dans un même parc pendant 6 à 9 jours et ils consommaient la ration qu'ils allaient tester lors de la période suivante. La quantité offerte à chaque mouton était limitée en fonction de son poids vif à 40 g MS (essai 1) ou 50 g MS (essai 2) par kg de poids métabolique.

Les ensilages réalisés sans tourteau ont été distribués et consommés par les mêmes moutons en ajoutant le tourteau à l'auge à chaque repas en quantité calculée pour obtenir des régimes correspondant à 100, 120 et 150 g MAT/kg MS pour l'essai 1, 120 et 150 g MAT/kg MS pour l'essai 2.

La mesure de digestibilité a été complétée par une mesure de rétention azotée qui a nécessité de recueillir, peser et échantillonner l'urine de chaque mouton tous les jours durant la période de mesure. Tous les échantillons de fourrages séchés ou congelés ont été analysés (analyses chimiques et caractéristiques de la fermentation). Sur les échantillons d'urine, la teneur en azote a été déterminée.

## 2. Résultats et discussion

### \* Pertes en cours de conservation

L'évolution de la température dans les silos a été dépendante de la température ambiante le jour de la récolte et les jours suivants. Dans l'essai 1, la récolte du maïs a été effectuée le 19 octobre 1993 et la température était très basse ; ainsi, les 8 premiers jours suivants, la température moyenne journalière était de 6°C. La température dans l'ensilage n'a pas dépassé 11,5°C sans laisser apparaître de différence entre les silos avec ou sans tourteau. En revanche, dans l'essai 2, la récolte a eu lieu le 30 septembre 1997 et la température moyenne des 8 premiers jours dépassait 14°C ; la température dans l'ensilage était aussi plus élevée, 22°C en moyenne pour les ensilages de maïs seuls, 23°C pour l'ensilage avec 120 g MAT, 25°C avec 150 g MAT. Il semble bien que la respiration ait été plus importante dans les silos avec tourteau de colza.

Les pertes pendant la conservation sont restées très faibles (tableau 1) : moins de 5% de la matière sèche totale mise en conservation dans les silos de l'essai 1, environ 10% dans l'essai 2. Cette augmentation des pertes est probablement due à une durée de conservation plus longue, 13 à 16 mois pour l'essai 2 contre seulement 2 à 5 mois pour l'essai 1.

**Tableau 1 : Pertes observées au cours de la conservation des ensilages avec tourteau de soja ou de colza.**

*Table 1 : Losses observed during conservation of the silages with soybean cakes or rape cakes added.*

Niveau de tourteau (g MAT/kg MS)	Essai 1 (tourteau de soja)				Essai 2 (tourteau de colza)		
	0	100	120	150	0	120	150
<b>Pertes (%MS)</b>	5,3	6,1	4,2	3,2	9,8	12,6	7,9
<b>Pertes (% du témoin)</b>	100	115	79	60	100	129	81

### \* Conservation des ensilages

Les ensilages sans tourteau ont des caractéristiques de fermentation assez classiques (tableau 2) : 50 à 60 g d'acide lactique, 10 à 12 g d'acide acétique et très peu d'acide butyrique, le pH est supérieur à 4. En revanche, les proportions d'azote ammoniacal et soluble sont anormalement faibles, seulement 2 à 3% d'azote ammoniacal (NH<sub>3</sub>) et 26% d'azote soluble, alors que l'on observe généralement 4% de NH<sub>3</sub> et 40% de N soluble (Dulphy, Demarquilly, 1981).

**Tableau 2 : Conservation des ensilages avec tourteau de soja ou de colza et caractéristiques de fermentation.***Table 2 : Conservation of the silages with soybean cakes or rape cakes added and fermentation characteristics.*

Niveau de tourteau (g MAT/kg MS)	Essai 1 (tourteau de soja)				Essai 2 (tourteau de colza)		
	0	100	120	150	0	120	150
<b>pH</b>	4,4	3,8	4,0	4,0	4,1	4,0	4,5
<b>Acide lactique</b> (g/kg/MS)	60,0	58,0	41,0	34,0	57,0	38,7	56,8
<b>Acide acétique</b> (g/kg/MS)	12,0	11,0	9,2	7,4	12,5	16,4	16,0
<b>Acide butyrique</b> (g/kg/MS)	0,2	0,2	0,2	0,2	3,4	3,5	1,8
<b>N soluble</b> (en % de N total)	25,5	51,0	46,0	36,0	26,0	53,5	60,5
<b>N NH<sub>3</sub></b> (% de N total)	2,8	3,4	3,0	4,0	1,7	1,7	2,5

Les ensilages avec tourteau de soja ont moins fermenté, si l'on considère la teneur en acide lactique qui diminue avec l'augmentation de la part du tourteau. Mais cette évolution ne se retrouve pas dans l'essai 2 avec le tourteau de colza dans lequel on obtient 57 g d'acide lactique avec le niveau de tourteau le plus élevé.

L'azote du tourteau ne semble pas avoir subi de dégradation importante puisque le taux d'azote soluble diminue avec l'augmentation de la part de tourteau de soja dans l'essai 1. Inversement, le taux d'azote soluble augmente dans l'essai 2 avec le tourteau de colza, ce qui peut s'expliquer par la solubilité plus grande du tourteau de colza (39% contre 18% pour le tourteau de soja). Le taux d'azote ammoniacal augmente légèrement avec la teneur en MAT des mélanges mais reste dans des valeurs satisfaisantes : 4% au maximum dans l'essai 1 avec le niveau 150.

Globalement, on peut considérer que tous les ensilages étaient bien conservés ; les pertes sont très faibles et les caractéristiques de fermentation le démontrent. Toutefois, la conservation a été moins bonne dans l'essai 2 où l'on observe un peu plus d'acide butyrique. La durée de conservation et le hachage plus grossier en sont probablement à l'origine.

Les ensilages avec tourteau de soja dégagent une odeur assez forte (celle du tourteau ayant fermenté). Cette odeur est beaucoup plus forte dans le cas du tourteau de colza, mais non désagréable, et les animaux l'apprécient.

### \* Composition et digestibilité des rations

L'ajustement de la quantité de tourteau apportée à l'ensilage de maïs lors de la distribution à l'auge a été assez précis, puisque nous obtenons des compositions de ration (teneur en MAT) très proches de celles obtenues après incorporation du tourteau à la mise au silo (différences inférieures de 0,5 point, tableau 3), excepté pour la ration du niveau 100 de l'essai 1 où la quantité de tourteau distribuée à l'auge a été un peu faible (teneur en MAT inférieure de 0,9 point).

**Tableau 3 : Composition chimique des rations distribuées selon le niveau et le mode d'apport du tourteau de soja ou de colza.***Table 3 : Chemical composition of the diets fed, according to the level and the method of adding the soybean or the rape cakes.*

Niveau de tourteau (g MAT/kg MS)	Essai 1 (tourteau de soja)						Essai 2 (tourteau de colza)			
	100		120		150		120		150	
Mode d'apport	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos
<b>Matières minérales</b> (% MS)	4,0	4,3	4,5	3,8	5,0	4,2	4,6	4,1	4,9	4,9
<b>Matières azotées totales</b> (% MS)	9,2	10,1	12,3	11,8	14,1	14,5	12,1	11,8	14,4	14,0
<b>Cellulose brute</b> (% MS)	19,9	21,4	19,6	20,4	19,3	18,9	19,1	18,4	18,7	19,3

Quel que soit le mode d'apport du tourteau (distribué à l'auge ou mis au silo), les digestibilités de la matière organique (DMO), des matières azotées (DMAT), de la cellulose brute (dCB) par niveau d'incorporation de tourteau ont été sensiblement identiques et cela dans les 2 essais (tableau 4).

**Tableau 4 : Digestibilité des rations distribuées selon le niveau et le mode d'apport du tourteau de soja ou de colza.**

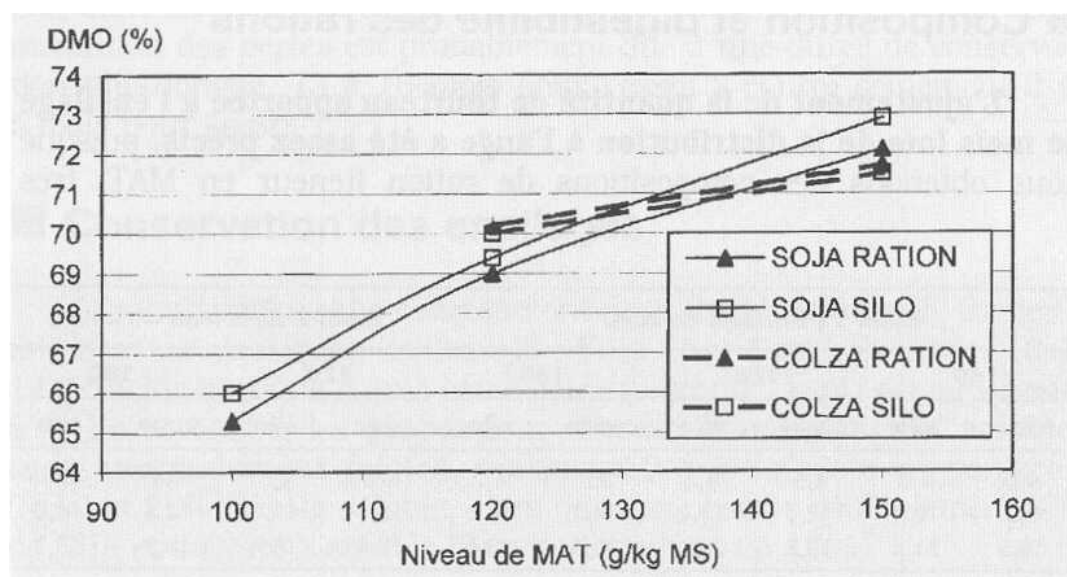
*Table 4 : Digestibility of the diets fed, according to the level and the method of adding the soybean or the rape cakes.*

Niveau de tourteau*	Essai 1 (tourteau de soja)						Essai 2 (tourteau de colza)			
	100		120		150		120		150	
	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos
<b>DMO (%)</b>	65,3	66,0	69,0	69,4	72,1	72,9	70,2	70,1	71,7	71,7
<b>DMAT (%)</b>	58,2	58,6	63,3	63,4	71,9	73,6	61,0	61,4	67,7	67,9
<b>DCB (%)</b>	47,6	49,9	56,2	54,8	59,2	61,3	49,3	48,6	47,9	48,8
<b>Moyennes...</b>	par niveau			par mode d'apport			par niveau		par mode d'apport	
	100	120	150	auge	silos		120	150	auge	silos
<b>DMO** (%)</b>	65,7 a	69,2 b	72,5 c	68,5 ns	69,5 ns		70,1 ns	71,7 ns	70,9 ns	70,9 ns
<b>DMAT** (%)</b>	58,4 a	63,2 b	72,7 c	64,4 ns	65,2 ns		61,2 a	67,7 b	64,3 ns	64,6 ns
<b>DCB** (%)</b>	48,8 a	55,5 b	60,2 c	54,2 ns	54,5 ns		48,9 ns	48,4 ns	48,6 ns	48,7 ns

\* en g MAT/kg MS ; \*\* : Les valeurs suivies de lettres différentes dans une même ligne et pour un même essai sont significativement différentes au seuil de  $p > 0,001$

**Figure 1 : Effet du niveau de MAT sur la digestibilité de la matière organique (dMO) des rations selon le mode d'apport et le type de tourteau.**

*Figure 1 : Effect of the Crude Protein level on the Organic Matter digestibility (dMO) of the diets fed, according to the method of adding the cakes, and to the kind of cake.*



En revanche, la digestibilité de la matière organique a augmenté linéairement, en relation avec la proportion de tourteau (figure 1) : + 3,5 points entre les niveaux 100 et 120, + 3,3 points entre les niveaux

120 et 150 de l'essai 1, alors que la part du tourteau de soja est passée de 8,7 à 13,8 puis 19,6% de la ration. Pour l'essai 2, l'augmentation de la dMO est moins importante : + 1,5 point, alors que la part de tourteau de colza passe de 15 à 23% de la ration. Cette augmentation de la dMO correspond en partie à la digestibilité plus importante des tourteaux (de soja : 91,0 % ; de colza : 82,0%) par rapport à celle du maïs qui, calculée par différence, est respectivement de 63,3, 66,4 et 68,0% pour l'essai 1, contre 68,0% et 68,6% pour l'essai 2. Cette augmentation de la dMO du maïs seul (+ 3,1 points entre les niveaux 100 et 120 et + 1,6 points entre les niveaux 120 et 150 de l'essai 1) correspond tout à fait à l'augmentation de la digestibilité de la cellulose observée, qui passe de 48,8 à 55,5 puis à 60,2%, respectivement pour les 3 niveaux précités. Mais celle-ci est peu améliorée (+ 0,6 points) dans l'essai 2 avec tourteau de colza, l'augmentation de la dMO provenant essentiellement de la digestibilité du tourteau de colza supérieure à celle du maïs

La faible digestibilité de la matière organique des rations (niveaux 100 et 120) de l'essai 1 est probablement due au faible niveau de MAT, mais surtout au manque d'azote soluble, associé à la fermentescibilité moyenne de la matière organique de l'ensilage de maïs (riche en amidon et en cellulose brute), qui n'a pas permis une bonne activité microbienne et a entraîné une mauvaise dégradation de la ration (Demarquilly *et al.*, 1981 ; Mayoral *et al.*, 1997). L'augmentation de la digestibilité de la cellulose avec le niveau d'apport de MAT semble le confirmer. On peut supposer que le tourteau de colza, plus riche en azote soluble, aurait été mieux adapté à la complémentation de cet ensilage de maïs dont les caractéristiques chimiques sont hors normes (Demarquilly, 1994 ; Andrieu *et al.*, 1999). Les faibles gelées apparues quelques jours avant la récolte du maïs peuvent expliquer certaines de ces caractéristiques.

La digestibilité des matières azotées a évolué classiquement et linéairement avec l'augmentation du niveau de MAT des rations ; l'augmentation est de 5 points pour une élévation de un peu plus de 20 g MAT/kg MS.

En moyenne, pour les deux essais et tous niveaux confondus, on obtient sensiblement la même valeur nutritive par kg de matière sèche (0,90 UFL, 77 g de PDIN, 80 g de PDIE), pour les rations avec tourteau distribué à l'auge ou incorporé au silo (tableau 5). On peut observer que la digestibilité du maïs seul est un peu faible et caractéristique d'un maïs de qualité moyenne, mais l'addition du tourteau de soja ou colza (niveau 150) permet d'obtenir une ration à 0,94 UFL, 88 g PDIN et 85 g PDIE/kg MS, soit 92 g PDI/UFL (Journet *et al.*, 1982).

### Tableau 5 : Valeurs énergétiques et azotées des rations distribuées selon le niveau et le mode d'apport du tourteau de soja ou de colza.

*Table 5 : Energy value and protein value of the diets fed, according to the level and the method of adding the soybean or the rape cakes.*

Niveau de tourteau (g MAT/kg MS)	Essai 1 (tourteau de soja)						Essai 2 (tourteau de colza)			
	100		120		150		120		150	
Mode d'apport	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos
UFL / kg MS	0,83	0,82	0,89	0,89	0,92	0,95	0,91	0,92	0,94	0,94
PDIN (g/kg MS)	58,0	63,0	77,0	74,0	89,0	91,0	73,0	70,0	88,0	84,0
PDIE (g/kg MS)	68,0	69,0	83,0	79,0	86,0	88,0	74,0	73,0	81,0	79,0

#### \* Utilisation de l'azote ingéré

Les moutons ont ingéré, suivant les niveaux de tourteau, entre 12,0, 14,5 et 19,0 g d'azote par jour pour l'essai 1 ; 19,0 et 22,5 g pour l'essai 2. L'azote a été utilisé d'une manière un peu différente, selon les niveaux et les tourteaux. On en retrouve en moyenne 5 g dans les fèces dans l'essai 1, et 7,5 g dans l'essai 2. En moyenne, la rétention de l'azote a été faible ; chaque mouton en a retenu moins de 1,7 g par jour, pour le niveau 100, un peu plus de 5 g pour le niveau 150 de l'essai 2 (tableau 6). Le reste de l'azote se retrouve dans l'urine et représente une part qui croît en parallèle avec l'ingéré : de 45 à 55% de l'azote ingéré dans l'essai 1, de 37 à 43% dans l'essai 2.

**Tableau 6 : Bilan de la rétention azotée de chaque ration.****Table 6 : Nitrogen retention balance of each diet.**

Niveau de tourteau*	Essai 1 (tourteau de soja)						Essai 2 (tourteau de colza)			
	100		120		150		120		150	
Mode d'apport	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos	auge	silos
<b>N fèces (%)</b>	41,4	41,6	36,7	36,4	27,8	24,5	38,5	38,5	32,4	32,1
<b>N urine (%)</b>	43,9	46,8	44,6	50,0	55,4	58,1	36,3	38,9	43,8	42,6
<b>N retenu (%)</b>	14,8	11,6	18,7	13,6	16,8	17,5	25,2	22,6	23,8	25,3
Moyennes...	par niveau			par mode d'apport			par niveau		par mode d'apport	
	100	120	150	auge	silos		120	150	auge	silos
<b>N fèces (%)</b>	41,5	36,5	26,2	34,8	32,9		38,5	32,2	35,4	35,3
<b>N urine (%)</b>	45,4	47,2	56,6	49,3	51,3		37,6	43,2	40,1	40,7
<b>N retenu (%)</b>	13,5**	16,3ns	17,4**	16,9ns	14,6ns		23,9ns	24,0ns	24,0ns	24,0ns

\* en g MAT/kg MS ; \*\* : significatif au seuil de 0,1

On peut aussi observer qu'il n'y a pas de différence significative entre la quantité d'azote retenue entre les 2 modes d'apport ; cela confirme que l'azote contenu dans les ensilages comportant du tourteau n'a pas subi de dégradation importante. Ce résultat est en accord avec les caractéristiques de fermentation des échantillons d'ensilage (teneur en azote soluble et NH<sub>3</sub>).

## Conclusion

Les résultats observés dans ces essais peuvent être dépendants des conditions climatiques de l'année et des taux de matière sèche à la récolte. Toutefois, l'ajout du tourteau permettra toujours d'obtenir un taux de matière sèche élevé et par conséquent une bonne conservation.

Ces 2 essais montrent bien qu'il est possible de préparer des ensilages de maïs en incorporant du tourteau dans la masse de fourrage à des doses assez importantes afin d'obtenir un rapport équilibré entre protéines et énergie dans le fourrage distribué.

Deux modalités se présentent : soit augmenter le niveau de MAT jusqu'à 11-12% de sorte que les teneurs en PDI satisfassent les besoins des vaches taries et des vaches en fin de lactation, soit incorporer jusqu'à 16-18% de tourteau de soja ou 20-22% de tourteau de colza et obtenir un mélange dosant au moins 90 g de PDI/kg MS. Dans cette hypothèse, le fourrage obtenu, consommé à volonté dans le tas d'ensilage ou au pied du silo, doit permettre de satisfaire les besoins de vaches produisant entre 25 et 30 kg de lait sans complément autre que minéral.

En dehors de l'intérêt pratique de la méthode, les éleveurs qui utilisent cette technique y trouvent souvent un intérêt économique ; en effet, l'achat du tourteau au mois de septembre ou octobre se fait au moment où les cours sont les plus bas. Cela est surtout vrai pour le tourteau de colza, qui présente l'avantage de diminuer le taux butyreux et d'augmenter le taux protéique du lait (Brunschwing *et al.*, 1994).

Bien entendu, cette méthode résout le problème de la distribution de la complémentation azotée des vaches laitières, mais elle complique la réalisation du silo, et quelques règles s'imposent :

- L'ensilage doit être mis par couches de 20 à 30 centimètres d'épaisseur, et la quantité de tourteau doit être ajustée et répartie d'une manière homogène en fonction du taux d'incorporation qui a été déterminé.

- Si le tourteau a été bien réparti sur la couche d'ensilage, le passage du tracteur qui tasse le silo assure la descente du tourteau dans la masse du fourrage et permet le mélange des deux aliments.

- Pour une bonne conservation et une bonne valorisation de l'ensilage, il faut que le tassement du silo soit bien réalisé, mais il est nécessaire que l'utilisation soit suffisamment rapide pour éviter une reprise des fermentations. D'autre part, il est prudent de ne pas utiliser cet ensilage pendant la période de printemps et d'été, au moment où la température est plus élevée.

Accepté pour publication, le 21 mars 2002

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andrieu J., Barrière Y., Demarquilly C. (1999) : "Digestibilité et valeur énergétique des ensilages de maïs : Le point sur les méthodes de prévision au laboratoire", *INRA Prod.Anim.*, 12 (5), 391-396.
- Beauchamp J.J. (1994) : *Du soja dans le silo de maïs : Un moyen de se simplifier le travail*, Chambre d'Agriculture du Calvados.
- Brunschwig P., Bureau J., Cadot M., Colin G., Duverger J. (1994) : "Utilisation des tourteaux de colza à très faibles teneurs en glucosinolates par des vaches laitières et des taurillons", *Renc. Rech.Ruminants*, 1, 237-240.
- Demarquilly C. (1994) : "Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage", *INRA Prod.Anim.*, 7(3),177-189.
- Demarquilly C., Andrieu J., Sauvart D. (1978) : "Composition et valeur nutritive des aliments", *Alimentation des ruminants*, éd. INRA Publications, 469-519.
- Demarquilly C., Grenet E., Andrieu J. (1981) : "Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotée des fourrages", *Prévision de la valeur nutritive des Aliments des Ruminants*, INRA Publ., 129-154.
- Dulphy J.P., Demarquilly C. (1981) : "Problèmes particuliers aux ensilages", *Prévision de la valeur nutritive des aliments*, éd. INRA Publ., 818-104.
- Journet M., Hoden A., Pion R., Prugnaud J., Demarquilly C. (1982) : "Ensilages de maïs et ammoniac anhydre. Conséquences au niveau de leur valeur azotée (PDI)", *Bulletin Technique CRZV Theix*, INRA, 49, 15-22.
- Mayoral A.P., Baldwin P., Wathélet J.P., Marlier M., Istasse L. (1997) : "Incorporation de tourteau de colza obtenu par pression dans une ration d'engraissement chez le taurillon. Ingestion, digestibilité et fermentation dans le rumen", *Ann. Zootech.*, 46, 57-70.

## SUMMARY

***Incorporation of soybean cake or rape cake into maize silage***

Soybean cakes and rape cakes were incorporated in a homogeneous way into maize silage at increasing rates, so as to obtain crude protein contents of between 100 and 150 g per kg DM. The conservation of the silages was good, and the fermentation characteristics did not show any important sign of proteolysis, as the NH<sub>3</sub> and the soluble protein contents were normal. The digestive utilization of the various forages (as observed with sheep kept in digestibility cages) was similar when they had been conserved with incorporated cakes and when the maize silages had been conserved alone, but with the same amount of cakes given in the manger. The digestibilities of organic matter, of crude protein, and of crude fibre did rise with increasing amounts of cake. The proportion of ingested protein that was retained was identical for both methods of bringing in the cakes, but was perceptibly different in the trial with soybean cakes and in the trial with rape cakes. It improved with rising levels of crude protein.