

INFLUENCE DU MODE DE TRITURATION DES TOURTEAUX SUR LEUR  
VALEUR AZOTEE POUR LES RUMINANTS

B. Michalet-Doreau(1), J. Evrard(2)

(1) INRA-Theix, 63122 S<sup>t</sup> Genès Champanelle, France.

(2) CETIOM, rue Monge, 33600 Pessac, France.

INTRODUCTION

L'appréciation de la valeur azotée des aliments des ruminants repose sur la mesure ou l'estimation de la quantité d'acides aminés digérés dans l'intestin grêle. Ces acides aminés peuvent avoir deux origines, alimentaire ou microbienne. La quantité d'acides aminés microbiens digérés dans l'intestin dépend de la ration: composition, niveau d'ingestion, mode de présentation... La quantité d'acides aminés alimentaires digérés est une caractéristique de l'aliment, qui dépend:

- de la quantité d'azote alimentaire qui échappe à la dégradation microbienne ruminale. Parmi les nombreuses méthodes proposées pour estimer cette fraction, la technique des sachets de nylon est la plus largement utilisée actuellement (cf revue bibliographique de Lindberg, 1985, et de Nocek, 1988).

- et de la digestibilité dans l'intestin grêle de ces protéines alimentaires non dégradées, ou plus exactement de la quantité de protéines alimentaires non digérées dans l'intestin grêle. Celle-ci peut être appréciée par la méthode des sachets mobiles dans l'intestin (Hvelplund, 1985; Voigt et al., 1985) ou plus simplement par une mesure de la digestibilité de l'azote, en faisant l'hypothèse que la fraction alimentaire non digérée à la sortie de l'intestin grêle se retrouve en totalité dans les fécès.

En terme de cinétique de disparition in situ de l'azote, la comparaison entre tourteaux de colza et de soja a fait l'objet de nombreux travaux dans lesquels la dégradabilité du colza est supérieure à celle du soja (Madsen et Hvelplund, 1985; Vérité et al., 1987...); En conséquence la quantité d'acides aminés alimentaires digérés dans l'intestin est plus faible. Or la dégradabilité ruminale peut être diminuée par différents procédés technologiques, notamment la chaleur et le tannage au formol. L'effet du traitement au formol est bien établi: la dégradabilité ruminale de l'azote du tourteau de colza est divisé par 2 ou 3 après traitement (Rooke et al., 1983; Ha et Kennely, 1984; Mir et al., 1984). Il n'en est pas de même pour la traitement à la chaleur pour lequel les conditions de traitement ne sont pas toujours clairement définies.

Cette étude avait donc pour objectif d'étudier l'influence du mode de trituration des tourteaux de colza, et plus précisément l'influence de la température de cuisson des graines et des conditions de désolvantation, sur leur dégradabilité in situ dans le rumen. Ces

traitements pouvant avoir une action non négligeable sur la digestibilité intestinale des tourteaux, nous avons également mesuré la fraction azotée indigestible des tourteaux ainsi traités.

#### MATERIEL ET METHODES

##### Aliments

8 tourteaux, issus du même lot de graine de colza (variété Bienvenu), différaient en fonction du process subi au cours de la trituration (Tableau 1):

- précuisson des graines (110°C) avant l'aplatissage (tourteau T90.P)

- cuisson des graines à 90°C, 110°C ou 130°C pendant 45 mn, soit respectivement les tourteaux T90, T110 et T130.

- injection de vapeur lors de la désolvantation, soit les tourteaux T90.V, T110.V et T130.V, ou d'eau pour le tourteau T110.E, les tourteaux témoins sans injection de vapeur ou d'eau étant respectivement T90.0, T110.0 et T130.0.

Tableau 1. Conditions de trituration des tourteaux de colza

tourteaux de colza	temp. cuisson	traitement désolvantation
T90.0	90°C	-
T90.V	90°C	vapeur
T90.P	90°C	précuisson
T110.0	110°C	-
T110.V	110°C	vapeur
T110.E	110°C	eau
T130.0	130°C	-
T130.V	130°C	vapeur

##### mesures de la dégradabilité in situ de l'azote dans le rumen

Les mesures de dégradation in situ ont été réalisées sur 3 vaches tarées de race Holstein, munies d'une canule du rumen. Les animaux recevaient 7 Kg de matière sèche/animal/jour d'une ration à base de foin de graminées et de concentré (70/30). La composition de ce concentré était la suivante: orge (38%), pulpe de betterave (41%), tourteau de soja (10%), urée (2%), minéraux (9%).

Les tourteaux de colza ont été broyés à la grille de 0.8mm et introduits dans des sachets (dimensions internes: 6x11 cm) en tissu de nylon de 46 µm de taille de pore, à raison de 3 g par aliment. Les sachets étaient tous introduits au même moment dans le rumen, juste avant le repas du matin, et retirés après 2, 4, 8, 16, 24 et 48 h d'incubation. A chaque point de cinétique correspondaient 6 mesures (3 vaches x 2 répétitions). Après incubation, les

sachets étaient lavés à l'eau froide, séchés et pesés.

La teneur en azote des résidus de sachets a été déterminée après regroupement des 2 sachets correspondants à un même point de cinétique et à un même animal. La teneur en azote total et en azote soluble dans un tampon phosphate des tourteaux a également été déterminée.

Les cinétiques de dégradation de l'azote ont été ajustées, par régression non linéaire (SAS Institute, 1985), à un modèle de type exponentiel (Orskov et McDonald, 1979) à savoir:

$$D(t) = a + b(1 - e^{-ct})$$

qui suppose 3 fractions azotées : une 1<sup>ière</sup> fraction rapidement dégradabile (a), une 2<sup>ième</sup> fraction (b) dont la vitesse de dégradation (c) plus lente diminue exponentiellement ( $e^{-ct}$ ), et une 3<sup>ième</sup> fraction non dégradabile (ind = 100 - a - b). Pour comparer la dégradabilité de l'azote alimentaire dans le rumen, un taux de passage des particules de 6% par heure a été retenue (Vérité et al., 1987) et la dégradabilité de l'azote (D) était calculée par intégration, pour chaque intervalle de temps, de la dégradation et du turn-over des particules, soit:

$$D = a + bc/(c+.06)$$

#### mesures de la digestibilité de l'azote dans l'ensemble du tube digestif

Deux lots de 6 moutons castrés de 18 mois, maintenus en cage à digestibilité, ont reçu une ration à base à base de tourteau de colza (45%), de foin de graminée (40%) et de mélasse (15%), distribuée en quantité limitée (40 g MS/kg P<sup>0.75</sup>). Après une période d'adaptation de 15 jours, la digestibilité de la ration était mesurée pendant 6 jours. La digestibilité des tourteaux était calculée par différence, la digestibilité du reste de la ration, foin (72.5%) et mélasse (27.5%), ayant été mesurée dans les mêmes conditions et sur les mêmes animaux.

#### analyse statistique

Les résultats étaient analysés avec une analyse de variance à 2 facteurs principaux, la température de cuisson du tourteau et l'animal, et deux facteurs hiérarchisés, l'injection d'eau ou de vapeur au moment de la désolvantation d'une part et la précuisson avant l'aplatissage d'autre part (SAS Institute, 1985).

#### RESULTATS ET DISCUSSION

La dégradabilité ruminale de l'azote des tourteaux de colza diminue avec le traitement de ces tourteaux à la chaleur, mais la réponse de l'aliment au traitement n'est pas linéaire (Tableau 2).

Tableau 2. Influence des conditions de trituration des tourteaux de colza sur la digestion de l'azote de ces tourteaux

tourteaux	MAT (%MS)	Nsol. (%Nt)	dégradabilité in situ				D	dMA (%)
			a	b	c	ind		
T90.0	38.6	47.2	53.7 <sup>a</sup>	45.0 <sup>ab</sup>	.076 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	78.8 <sup>a</sup>	.878 <sup>a</sup>
T90.V	39.2	45.5	46.7 <sup>a</sup>	49.1 <sup>a</sup>	.093 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	76.5 <sup>ab</sup>	.861 <sup>a</sup>
T90.P	39.1	27.6	44.6 <sup>a</sup>	50.7 <sup>a</sup>	.071 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	72.3 <sup>b</sup>	.842 <sup>a</sup>
T110.0	39.2	43.7	61.2 <sup>a</sup>	37.4 <sup>b</sup>	.044 <sup>b</sup>	1.4 <sup>a</sup>	77.1 <sup>ab</sup>	.852 <sup>a</sup>
T110.V	39.8	37.7	39.1 <sup>b</sup>	56.1 <sup>a</sup>	.094 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	73.3 <sup>ab</sup>	.853 <sup>a</sup>
T110.E	40.1	37.4	37.7 <sup>b</sup>	58.6 <sup>a</sup>	.094 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	73.1 <sup>ab</sup>	.840 <sup>a</sup>
T130.0	39.6	11.5	25.1 <sup>c</sup>	56.3 <sup>a</sup>	.042 <sup>b</sup>	18.6 <sup>b</sup>	48.1 <sup>c</sup>	.802 <sup>b</sup>
T130.V	41.1	8.5	23.3 <sup>c</sup>	52.4 <sup>a</sup>	.034 <sup>b</sup>	24.2 <sup>b</sup>	42.4 <sup>d</sup>	.726 <sup>c</sup>

des lettres différentes dans une même colonne correspondent à une différence significative ( $p > 0.05$ ).

La température de cuisson des graines doit atteindre 130°C pour que la dégradabilité des tourteaux diminue de façon significative, -30.6 points. De même dans les essais de Lindberg et al. (1982), la dégradabilité ruminale de l'azote des tourteaux de colza diminue quand la température est supérieure à 120°C. L'action de la chaleur (127°C) sur la dégradabilité de l'azote du tourteau de colza est moindre dans les essais de Laycock et Miller (1981), soit une diminution de -6.4 points, probablement parce que la durée du traitement était réduite, 15 mn contre 45 mn dans notre essai.

L'injection d'eau ou de vapeur au cours de la désolvantation tend également à diminuer la dégradabilité de l'azote dans le rumen, et l'effet de ce traitement est d'autant plus important que la température de cuisson est plus élevée. Aussi la diminution de dégradabilité provoquée par l'injection d'eau ou de vapeur est-elle significative uniquement pour une température de cuisson égale à 130°C, soit -5.7 points à 130°C contre -3.8 points à 110°C et -2.3 points à 90°C. La précuisson de la graine à 110°C entraîne également une diminution de la dégradabilité de 6.5 points par rapport au tourteau réalisé dans des conditions analogues, et aurait le même effet que le chauffage à 110°C suivi d'une injection d'eau ou de vapeur.

La diminution de dégradabilité de l'azote des tourteaux dans le rumen est liée à :

- une diminution de la fraction rapidement dégradable qui passe de 48.3% pour une température de cuisson de 90°C à 24.2% pour une température de 130°C, cette variation se traduisant également par une diminution de la solubilité de l'azote de ces tourteaux.

- et surtout à une augmentation de la fraction azotée alimentaire indégradable, celle-ci est négligeable pour le tourteau de colza chauffé à 90 ou 110°C (3.8%), et passe à 18.5% et 24.2% pour les tourteaux chauffés à 130°C sans ou avec injection de vapeur.

Cette augmentation de la fraction indégradable se traduit, au niveau de l'ensemble du tube digestif, par une diminution de la digestibilité de l'azote des tourteaux chauffés à 130°C, soit -.048 points, cette diminution étant encore plus marquée pour les tourteaux avec injection de vapeur, -.124 points. La digestibilité des tourteaux de colza issus de graines cuites à 130°C reste néanmoins élevée, soit .802 p.100, du moins quand les tourteaux n'ont pas subi de traitement complémentaire au cours de la désolvantation. La digestibilité de l'azote des tourteaux de colza n'était pas modifiée par la chaleur dans l'essai de Syrjälä-Qvist et al. (1984), alors que la dégradation ruminale du tourteau traité était nettement plus faible que celle du tourteau témoin, du moins dans les premières heures d'incubation. Le traitement à la chaleur était en effet beaucoup moins drastique, sa durée étant de quelques secondes contre 45 mn dans notre essai.

#### CONCLUSION

L'augmentation de la température de cuisson permet de réduire de façon importante la dégradabilité de l'azote dans le rumen du tourteau de colza, du moins quand la température dépasse 110°C. Cette diminution de dégradabilité est amplifiée par l'injection de vapeur au moment de la désolvantation, mais l'azote alimentaire non digéré dans l'intestin augmente alors aussi sensiblement. Cet essai permet par ailleurs de confirmer que la réponse de la dégradabilité ruminale de l'azote alimentaire à l'action de la chaleur n'est pas linéaire (Satter, 1986), le point d'inflexion de cette courbe de réponse étant variable d'un aliment à l'autre.

#### REFERENCES

- Ha, J.K. and Kennely, J.J. 1984. In situ dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 443-452.
- Hvelplund, T. 1985. Digestibility of rumen microbial protein and undegraded dietary protein estimated in the small intestine of sheep and by in sacco procedure. *Acta Agric. Scand., suppl.* 25: 132-144.
- Laycock, K.A. and Miller, E.L. 1981. Nitrogen solubility and degradability of commercially and laboratory prepared rapeseed and soya-bean meals. *Nutr. Soc. Abst.* pp. 103A.
- Lindberg, J.E., Soliman, H.S. and Sanne, S. 1982. A study of the rumen degradability of untreated and heat-treated rape seed meal and of whole rape seed, including a comparison between two nylon bag techniques. *Swedish J. Agric. Res.* 12: 83-88.

- Lindberg, J.E. 1985. Estimation of rumen degradability of feed proteins with the in sacco technique and various in vitro methods: a review. *Acta Agric. Scand.*, suppl. 25: 64-97.
- Madsen, J. and Hvelplund, T. 1985. Protein degradation in the rumen. *Acta Agric. Scand.*, suppl. 25: 103-124.
- Mir, Z., McLeod, G.K., Buchanan-Smith, J.G., Grieve, D.G. and Grovum, W.L. 1984. Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the rumen. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 853-865.
- Nocek, J.E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.* 71: 2051-2069.
- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 499-503.
- Rooke, J.A., Brookes, I.M. and Armstrong, D.G. 1983. The digestion of untreated and formaldehyde-treated soya-bean and rapeseed meals by cattle fed a basal silage diet. *J. Agric. Sci., Camb.* 100: 329-342.
- Satter, L.D. 1986. Protein supply from undegraded dietary protein. *J. Dairy Sci.* 69: 2734-2749.
- Syrjälä-Qvist, L., Pekkarinen, E. and Setälä, J. 1984. Ruminant degradation and in vivo digestibility of processed rapeseed meal. *J. Agric. Sci. Finland* 56: 131-135.
- Statistical Analysis System, 1982. SAS User's guide: statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Vérité, R., Michalet-Doreau, B., Chapoutot, P., Peyraud, J.L. et Poncet, C. 1987. Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI). *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA* 70: 19-34.
- Voigt, J., Piatkowski, B., Engelmann, H. and Rudolph, E. 1985. measurement of the postruminal digestibility of crude protein by the bag technique in cows. *Arch. Tierernährg.* 35: 555-562.