

Effets de l'apport de tourteau de lin sur les performances de vaches laitières à l'ensilage de maïs

Ph. BRUNSCHWIG (1), F. MOREL D'ARLEUX (2), G. COLIN (3), J. EVRARD (4)

(1) Institut de l'Élevage, 14 avenue J. Joxé, BP 646, 49006 Angers Cedex 01

(2) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

(3) LEGTA Les Sardières, 79 avenue de Jasseron, 01000 Bourg-en-Bresse

(4) CETIOM, Rue G. Monge, Parc Industriel, 33600 Pessac

RÉSUMÉ – La maîtrise du taux butyreux du lait reste une préoccupation des éleveurs et de la transformation laitière. Deux lots de 28 vaches en phase descendante de lactation ont reçu durant 9 semaines une ration complète mélangée à base d'ensilage de maïs complétée avec du tourteau de soja (TS) ou du tourteau de lin (TL) avec le ratio de 1,75 kg de lin pour 1,0 kg de soja. Les rations étaient isoénergétiques et isoazotées.

Les vaches du lot TL ont consommé autant de ration totale que celles du lot TS, produit 1,8 kg de lait brut en plus et autant de matières grasses et protéiques. Leur TB a baissé de 3,7 g/kg ainsi que le TP (- 1,1 g/kg). La reprise de poids n'a pas différé entre les 2 lots. Cette possibilité de réduction du TB mérite d'être travaillée.

Effects of linseed meal on dairy cows fed maize silage

Ph. BRUNSCHWIG (1), F. MOREL D'ARLEUX (2), G. COLIN (3), J. EVRARD (4)

(1) Institut de l'Élevage, 14 avenue J. Joxé, BP 646, 49006 Angers Cedex 01

SUMMARY – Farmers and dairies are concerned in control of milk fat content. Two groups of 28 cows after peak of lactation were fed a complete mixed ration with maize silage and soybean meal (TS) or linseed meal (TL) for 9 weeks. The substitution ratio was 1.75 kg linseed meal for 1.0 kg soybean meal.

The feed intake was the same in the two groups. Milk production was 1.8 kg higher in group TL, and no changes appeared for fat and protein yields. In TL group the fat and protein contents were respectively 3.7 g/kg and 1.1 g/kg lower than in TS group. The weight gain did not differ between the two groups. Such a solution has to be investigated.

INTRODUCTION

Le rythme annuel d'accroissement du taux butyreux (TB) de 0,4 g/l de lait collecté connu dès 1988 en France semble se ralentir depuis 1994. Néanmoins, les éleveurs dépassant leur quota de matière grasse sont chaque année plus nombreux. Le « correctif matières grasses », quantité de lait non livrable selon le dépassement de la référence en matières grasses (MG) augmente régulièrement ; il représentait 0,8 % de la référence laitière française en 1990-91 et atteignait 2,4 % pour la campagne 1995-96. De plus, le « correctif MG » réduit la quantité de matières protéiques valorisables par la transformation laitière.

Le niveau génétique TB des troupeaux s'est stabilisé en 1994-95 après une longue période d'augmentation régulière. Dans les 3 principales races laitières, il devrait continuer de baisser pour retrouver en 2000 son niveau de 1993-1995 (Institut de l'Élevage-INRA, 1995).

Pour répondre à l'augmentation de consommation en produits frais et fromages et à la stabilisation de consommation des matières grasses, la réduction de l'écart entre les taux du lait est recherchée par un maintien du TP et une baisse du TB. Pour agir en élevage plus rapidement et de façon plus marquée que par la voie génétique, l'alimentation peut être utilisée par modification de la nature des composants de la ration. L'incorporation de matières grasses dans la ration de vaches laitières a des effets variables selon leur nature, le traitement technologique, le régime et le stade de lactation (Chilliard, 1993). L'addition d'huiles végétales ou de graines oléagineuses se traduit par une baisse du TB et une modification de la composition du lait en acides gras (Doreau et Chilliard, 1992). L'apport d'acides gras insaturés diminue le rapport acétate/propionate du rumen, diminue les populations de protozoaires et l'activité des bactéries cellulolytiques (Tamminga et Doreau, 1991).

Dans un essai précédent réalisé sur des vaches en début de lactation (Brunschwig et al, 1995), la distribution de 1,5 kg de concentré azoté extrudé (Dextroyer®) comportant des acides gras polyinsaturés avait permis de faire baisser le TB de 4,2 g/kg sans modifier le TP ni la production laitière.

L'objet de cet essai est de faire baisser le TB en remplaçant le tourteau de soja de la ration par une autre matière première azotée riche en acides gras insaturés, le tourteau de lin à raison de 1,75 kg pour 1,0 kg de tourteau de soja, 0,5 kg d'orge et 15 g d'urée.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. ANIMAUX

L'essai a porté sur 2 lots de 28 vaches de race Montbéliarde (10 primipares, 18 multipares) en phase descendante de lactation, ayant en moyenne 3,1 mois de lactation au début de l'essai. Les animaux ont été allotés selon le rang de lactation, la date de vêlage, la production de lait, le TB et le TP des 4 semaines précédant l'essai, et le poids vif à l'allotement. Les animaux étaient conduits en deux lots physiquement séparés (lot tourteau de soja : TS, lot tourteau de lin : TL) et logés en stabulation libre à logettes.

1.2. ALIMENTS

La ration de base était constituée durant tout l'essai d'ensilage de maïs (74 % pour TS et 71 % pour TL) et de foin de

2^e coupe de prairie naturelle (5 % pour les 2 lots). Les concentrés étaient composés de 50 % de tourteau de soja, 24 % d'orge, 17 % de tourteau de soja tanné, 8 % de minéraux et 1 % d'urée pour TS, et de 79 % de tourteau de lin expeller, 15 % de tourteau de soja tanné et 6 % de minéraux pour TL. L'alimentation était distribuée par lot, en ration complète mélangée en une fois par jour (9 h 00). La composition et la valeur des aliments utilisés figurent au tableau 1. Les ensilages de maïs utilisés étaient bien conservés. Les rations étaient formulées de façon à être isoénergétiques, isoazotées et isominérales (P et Ca).

Tableau 1 :
Composition chimique
et valeur des aliments utilisés (/kg MS)

	ensilage maïs	tourteau soja	tourteau lin	tourteaux tannés	orge
MS (%)	35,6	86,1	89,2	85,4	85,8
MM (g)	34	73	63	55	21
MAT (g)	72	525	366	516	105
CB (g)	171	41	110	59	49
extrait étheré (g)	30*	20	100	34	16
amidon (g)	381	30*	-	-	-
P (g)	2,0	7,4	10,4	6,4	3,8
Ca (g)	2,2	4,5	6,0	7,0	0,5
UFL	0,94	1,21	1,10	1,24	1,17
PDIN (g)	44	374	253	422	65
PDIE (g)	65	257	177	389	99

* valeur estimée

1.3. MESURES ET ANALYSES

L'essai a duré 15 semaines se décomposant en 3 semaines de transition, 9 semaines d'expérimentation et 3 semaines de transition. Une période de 4 semaines de post-expérimentation a été observée.

La consommation d'aliments a été mesurée chaque jour par lot. La production laitière était mesurée individuellement un jour par semaine ainsi que les taux butyreux et protéique. Une fois par semaine un prélèvement de lait de tank de chaque lot était effectué pour détermination des acides gras de la matière grasse du lait. Une double pesée a été effectuée en début et en fin d'essai.

Les données des 9 semaines expérimentales ont été soumises à des analyses de covariance par la procédure GLM du logiciel SAS®. Les résultats de production laitière des 4 semaines de pré-expérimentation ont servi de covariables. Les résultats présentés sont rapportés à une proportion de 30 % de primipares fréquemment rencontrée dans les troupeaux.

2. RÉSULTATS

2.1. RATIONS ET CONSOMMATION

Les rations totales comportaient une part semblable de concentrés, 20 % et 23 % respectivement pour TS et TL ; elles différaient entre elles par la présence d'orge dans la ration TS. La teneur en MAT était la même dans les rations TS et TL (142 et 144 g/kg MS). Les teneurs en cellulose brute (152 et 162 g/kg MS) et matières grasses (27 et 42 g/kg MS) différaient entre TS et TL respectivement par la présence de tourteau de lin dans la ration TL. La teneur en amidon du lot TS était plus élevée (316 contre 278 g/kg MS) du fait d'une plus grande consommation de maïs et de la pré-

sence d'orge. Les rations TS et TL ont eu les mêmes concentrations énergétique (0,96 UFL/kg MS) et azotée (97 g PDI/kg MS). La teneur en méthionine digestible (MetDI) était la même dans les 2 lots (1,77 % PDIE) ; celles en lysine digestible (LysDI) différaient de 0,3 point (6,95 % versus 6,65 % pour TS et TL respectivement).

Les vaches des 2 lots ont régulièrement consommé la même quantité de ration totale avec - 0,2 kg MS pour TL (tableau 2). Le remplacement dans le lot TL de 2,1 kg de tourteau de soja et de 1,0 kg d'orge par 3,7 kg de tourteau de lin s'est soldé par une baisse de consommation d'ensilage de maïs de 0,7 kg de MS. Il en résulte une réduction de 0,7 kg de maïs pour 0,6 kg de concentré ingéré en plus. Les vaches du lot TL ont consommé 85 g/j de minéraux et 30 g/j d'urée en moins que celles du lot TS.

Tableau 2 :
Consommation des rations

	tourteau soja (TS)	tourteau lin (TL)
consommation (kg MS/j)		
ensilage de maïs	14,6	13,9
foin	1,0	1,0
tourteau de soja	2,1	-
tourteau de lin	-	3,7
tourteaux tannés	0,7	0,7
orge	1,0	-
urée	0,03	-
minéraux	0,34	0,25
total	19,8	19,6

2.2. PRODUCTION LAITIÈRE

Le remplacement du tourteau de soja par du tourteau de lin a entraîné une augmentation de la production laitière (+ 1,8 kg ; $p < 0,005$) (tableau 3).

Tableau 3 :
Performances laitières (2 x 28 vaches)

	tourteau de soja	tourteau de lin	écart ⁽¹⁾ TL-TS
production ⁽²⁾			
lait brut (kg/j)	24,9	26,7	(0,005)
lait à 4 % MG (kg/j)	25,5	25,8	NS
MG (g/j)	1035	1011	NS
MP (g/j)	834	866	(0,13)
TB (g/kg)	41,6	37,9	(0,001)
TP (g/kg)	33,5	32,4	(0,01)
variation de poids vif			
gain de poids ⁽³⁾ (g/j)	202	148	
apports alimentaires			
UFL/j	19,0	18,7	
PDIN (g/j)	1908	1908	
PDIE (g/j)	1930	1901	
besoins			
UFL (g/j)	17,0	17,1	
PDI (g/j)	1722	1756	

(1) seuil de signification de l'écart entre les deux lots (%)

(2) valeurs ajustées par analyse de covariance

(3) transitions comprises

NS = non significatif

La quantité de matières grasses du lot TL a été peu modifiée (- 24 g ; non significatif) alors que celle de matières protéiques a eu tendance à augmenter par rapport à celles du lot TS (+ 32 g ; non significatif). Il en est résulté pour le lot TL une baisse du TB (- 3,7 g/kg ; $p < 0,0001$) et du TP (- 1,1 g/kg ; $p < 0,01$) par rapport au lot TS.

Les primipares et les multipares du lot TL ont réagi de la même façon par rapport à leurs homologues du lot TS.

2.3. BILANS ALIMENTAIRES

Durant les transitions et la période expérimentale, le lot TS a repris un peu plus de poids que le lot TL (202 g/j versus 148 g/j).

Les apports énergétiques ont été semblables dans les 2 lots (19,0 et 18,7 UFL/j) ; ils ont été supérieurs aux besoins hors variation de poids (+ 2,0 UFL et + 1,6 UFL/j pour TS et TL respectivement). Les apports azotés ont été les mêmes dans les 2 lots (1908 g versus 1901 g PDI/j) et supérieurs aux besoins (+ 208 g/j pour TS, + 145 g/j pour TL). Le déficit d'apport en PDIN par rapport aux PDIE a été de - 1,2 g et -0,5 g/UFL pour TS et TL respectivement.

2.4. COMPOSITION DU LAIT EN ACIDES GRAS

L'introduction de tourteau de lin dans la ration n'a pas modifié la teneur en acides gras courts du lait mais a entraîné une réduction des acides gras à chaîne moyenne, essentiellement l'acide palmitique (tableau 4). Cette évolution est accompagnée par l'accroissement de teneur en acides gras longs dans le lot TL, due pour moitié aux acides en C18:1. La teneur en acide α -linoléique est multipliée par 2,4.

Tableau 4 :
Composition en acides gras du lait
(% des acides gras totaux)

	tourteau soja	tourteau lin
ac. gras courts ⁽¹⁾	12,0 ± 1,1	11,7 ± 0,8
ac. gras moyens ⁽²⁾	55,9 ± 1,1	46,7 ± 1,4
ac. gras longs ⁽³⁾	32,1 ± 1,2	41,6 ± 1,3
C 16:0	34,6 ± 1,1	26,9 ± 0,9
C 18:0	8,0 ± 0,4	10,7 ± 0,7
C 18:1	20,0 ± 0,9	25,2 ± 0,7
C 18:2	2,7 ± 0,1	2,9 ± 0,4
C 18:3	0,4 ± 0,1	1,1 ± 0,1
ac. gras monoinsaturés	24,1 ± 0,8	28,6 ± 0,5
ac. gras polyinsaturés	3,8 ± 0,2	5,2 ± 0,6

(1) C6 à C12 ; (2) C13 à C17 ; (3) C18 à C20

DISCUSSION

La substitution du tourteau de lin au tourteau de soja a fait augmenter la teneur en MG de la ration de 55 % à partir d'une ration initiale normalement pourvue (2,7 % MG). Le taux modéré de MG (4,2 %) est probablement à l'origine de la non-réduction d'ingestion dans le lot TL. Morand-Fehr et al (1986) ont observé l'absence d'effet voire un effet très faible sur la consommation pour des teneurs en MG de la ration inférieures à 5 %.

L'augmentation de production laitière du lot TL et la non-augmentation de la quantité d'énergie quotidiennement ingérée vont dans le sens des observations de Chilliard et Ollier (1994) sur des animaux recevant un supplément lipidique en phase descendante de lactation. La reprise de poids analogue dans les 2 lots n'a pas modifié les bilans énergétiques (+ 1,1 et + 1,0 UFL/j).

Le TB du lait a baissé par effet conjugué de la légère baisse de la quantité de matières grasses et surtout par dilution dans une plus grande quantité de lait. La quantité de matières protéiques a eu tendance à augmenter mais elle est également diluée. Cette baisse du TP sans baisse de la quantité de pro-

téines a été bien observée par Doreau et Chilliard (1992) même dans les régimes additionnés d'une faible quantité de lipides. La baisse de TP est partiellement explicable par la plus faible teneur en LysDI de la ration ; d'après les équations de lois de réponse de Rulquin et al (1993), la perte attendue était de 0,2 g/kg.

L'augmentation de teneur en acides gras du lait à 18 atomes de carbone est due à l'apport de C18 alimentaires apportés en plus grande quantité par le tourteau de lin et prélevés par la mamelle. La baisse de teneur en acides gras moyens du lait serait explicable par l'inhibition de leur synthèse dans la mamelle par les acides gras longs, de structure *trans* en particulier (Doreau et Chilliard, 1992). La teneur en ces derniers n'a pas été mesurée. La diminution de la population de protozoaires dans le rumen est probable. L'huile de lin perturbant fortement la digestion des glucides pariétaux, une réduction de la production d'acétate a pu limiter la synthèse en acides gras courts et moyens.

Il ne faut pas exclure qu'une partie des acides gras polyinsaturés alimentaires échappe à l'hydrogénation dans le rumen et soit directement absorbée par les microorganismes du rumen (Bauchart et al, 1985).

L'apport important de tourteau de lin n'a pas eu de répercussions sanitaires sur les vaches. Les enzymes donnant naissance aux glucosides cyanogènes sont en grande partie détruites lors de l'extraction de l'huile (Mazza et Oomah, 1995), et peuvent l'être aussi dans le rumen.

CONCLUSION

Le tourteau de lin, matière première d'origine végétale, répond à l'objectif de faire baisser le TB mais présente l'inconvénient de réduire un peu le TP. L'augmentation de production par vache nécessite une réduction d'effectif pour assurer sa référence. La bibliographie relatant aussi une amélioration de la tartinabilité, l'intérêt de cette technique est à confirmer, avec une matière première la moins onéreuse possible.

REMERCIEMENTS

Cet essai a été réalisé dans le cadre du Programme sur la valorisation du lin financé par l'ACTA et piloté par le CETIOM, et avec le concours financier du Comité National des Co-produits.

RÉFÉRENCES

- BAUCHART D., DOREAU M., LEGAY-CARMIER F., 1985. Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, (61), 65-77.
- BRUNSCHWIG P., AUGÉARD P., WEILL P., CHILLIARD Y., 1995. Effets de l'apport d'un concentré enrichi en matières grasses sur les performances des vaches laitières à l'ensilage de maïs. Renc. Rech. Ruminants, 2, 215-218.
- CHILLIARD Y., 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs and rodents : a review. J. Dairy Sci. 76 : 3897-3931.
- CHILLIARD Y., OLLIER A., 1994. Alimentation lipidique et métabolisme du tissu adipeux chez les ruminants, comparaison avec le porc et les rongeurs, INRA Prod. Anim., 7 (4), 293-308.
- DOREAU M., CHILLIARD Y., 1992. Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait chez la vache. INRA Prod. Anim., 5 (2), 103-111.
- Institut de l'Élevage-INRA, 1995. Le cheptel des 3 principales races laitières françaises : évolution génétique et phénotypique 1985-1995, prévision d'évolution génétique 1995-2000. Décembre 1995, compte rendu n° 2377, 49 p.
- JOUANY J.-P., 1994. Les fermentations dans le rumen et leur optimisation. INRA Prod. Anim., 7(3), 207-225.
- MAZZA G., OOMAH B.D., 1995. Flaxseed, dietary fiber and Cyanogens, in Flaxseed in human nutrition, CUNAME S.C., THOMPSON L.V., University of Toronto, AOCSS Press, 384 p.
- MORAND-FEHR P., CHILLIARD Y., BAS P., 1986. Répercussions de l'apport de matières grasses dans la ration sur la production et la composition du lait de ruminant. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, (64), 59-72.
- RULQUIN H., GUINARD G., PISULEWSKI P., VERITE R., 1993. Le système en lysine et méthionine digestible. CAAA-AFTAA, Le Mans, 22-23 Juin 93, 8 p.
- TAMMINGA S., DOREAU M., 1991. Lipids and rumen digestion, in Rumen microbial metabolism and ruminant digestion, JOUANY J.P., éd. INRA, Paris, 151-163.