

Valorisation par les vaches laitières de mélanges céréales/protéagineux fermiers dans une ration hivernale

X. Coquil¹, J.M. Trommenschlager¹, C. Bazard¹, S. Despres¹, L. Delaby²

¹ : INRA, UR055 SAD – ASTER, 662, avenue Louis Buffet, 88500 Mirecourt, France.

² : INRA, UMR1080 PL INRA/Agrocampus Rennes, 35590 Saint-Gilles, France.

Correspondance : coquil@mirecourt.inra.fr

La valorisation par les vaches laitières de trois mélanges céréales/protéagineux fermiers sous forme de grains (avoine/féverole, orge/lupin et triticale/pois) en complément d'une ration de foins de luzerne/dactyle et de prairie permanente a été étudiée au sein d'un système de polyculture-élevage laitier biologique.

Résumé :

Cet essai a été réalisé en carré latin, comportant 3 lots de 8 vaches laitières (50% Holstein, 50% Montbéliarde). Les animaux recevaient 4 kg/VL/j d'un des mélanges céréales/protéagineux, 8 kg MS/VL/j de foin de luzerne/dactyle et du foin de prairie permanente *ad libitum*. Les rations testées ont présenté un bon équilibre azote/énergie, mais variant significativement selon la ration (101 à 106 g PDIN/UFL). La production laitière (20,3 kg de lait/VL/j) et le taux butyreux (41,3 g/kg de lait) n'ont pas varié significativement selon la ration ingérée. Les vaches laitières ayant reçu le mélange avoine/féverole ont eu un TP significativement inférieur par rapport aux deux autres mélanges. Ce résultat est expliqué par (i) un surplus d'azote par rapport à l'énergie et (ii) une teneur en amidon plus faible en comparaison aux 2 autres rations. Les concentrés ont faiblement contribué à la fourniture d'azote dans la ration (22,6% des apports de PDIN). Ainsi, dans des systèmes de polyculture élevage laitiers biologiques possédant des fourrages riches en azote, le choix de mettre en culture des associations céréales/protéagineux et le choix de la composition de ces associations doivent être prioritairement raisonnés sur la base de leurs intérêts agronomiques, et non zootechniques, puisqu'elles ne sont pas indispensables à l'équilibre des rations des vaches laitières.

Mots-clés : agriculture biologique, vaches laitières, alimentation hivernale, complémentation, associations céréales/protéagineux, foins

Abstract: Use of farm grown cereal/protein mixes by lactating dairy cows in a winter diet.

We compared the use of three farm grown cereal/protein mixes (oat/fava bean, barley/lupin, triticale/pea), that were used to complement lactating dairy cow diets based on hay consisting of alfalfa/orchard grass and perennial grassland. The trial took place in 2007 at the INRA experimental station of Mirecourt, where an organic mixed-crop dairy system is being prototyped. The experiment was carried out in a Latin square with three groups of eight cows (50% Holstein, 50% Montbéliarde). The cows were fed 4 kg/cow/day of one of the three cereal/protein mixes, 8 kg DM/cow/day of alfalfa/orchardgrass hay, and permanent grassland hay *ad libitum*. The three diets were indicative of the animals' needs. Diets had no significant effect on milk production (20.3 kg/cow/d) and milk fat content (41.3 g/kg). However, dairy cows fed with the oat/fababean mix had a significantly lower protein content in their milk. This is the result of: (i) a nitrogen surplus in relation to energy, and (ii) a lower starch content compared to the two other diets. Therefore, in organic mixed-crop dairy systems with forages that are rich in nitrogen, the choice to cultivate mixtures of cereal/pulses and the composition of these mixtures must be primarily based on their agronomic interest and not on their zootechnical one since they are not essential to a balanced animal diet.

Keywords: organic farming; dairy cows; winter diets; complementation; cereal/protein mixes; hay.

Introduction :

Un système de polyculture élevage laitier biologique autonome est testé, dans le cadre d'une « expérimentation système » sur l'installation expérimentale INRA de Mirecourt (Coquil *et al.*, 2007) : la recherche d'autonomie alimentaire, relativement fréquente en agriculture biologique, pose la question de la valorisation des ressources fourragères et des concentrés fermiers produits sur son territoire. La situation de polyculture élevage offre une diversité de ressources, en particulier durant la période hivernale. Ceci aboutit à des rations assez peu référencées dans la littérature telles que l'utilisation de mélanges céréales/protéagineux en complément de rations à base de foin.

En effet, l'utilisation de mélanges céréales/protéagineux sous forme de grains aplatis a été très peu étudiée chez les vaches laitières. La valorisation de concentrés protéiques fermiers purs a été étudiée à plusieurs reprises. Hoden *et al.* (1982, 1992) et Huguet *et al.* (1983) ont comparé les performances de vaches laitières (VL) alimentées par des rations de foin ou d'ensilages de maïs, et complémentées soit par des protéagineux (lupin, pois, féverole...) soit par des concentrés protéiques plus classiques (tourteaux de soja). Ils ont alors mis en évidence la capacité de ces protéagineux à couvrir les besoins en azote de VL ayant un niveau de production laitière limité.

Ainsi, la valorisation de trois mélanges céréale/protéagineux fermiers sous forme de grains aplatis (avoine/féverole, orge/lupin et triticale/pois) en complément d'une ration de foin de luzerne/dactyle et de prairie permanente a été comparée lors d'une expérimentation sur des vaches laitières en milieu de lactation.

Matériel et méthodes :

L'essai, en carré latin, s'est déroulé en 3 périodes expérimentales de 4 semaines (2 semaines d'adaptation et 2 semaines de mesures) de janvier à avril 2007. Il impliquait 3 lots de 8 VL équilibrés sur la race (50% Holstein, 50% Montbéliarde) et sur la parité (50% primipares, 50% multipares). Les animaux recevaient 4 kg/VL/j d'un des mélanges céréale/protéagineux avec une ration de base composée de foin de luzerne/dactyle (8 kg MS/VL/j) et de foin de prairie permanente *ad libitum*. Durant cet essai, les performances individuelles des VL ainsi que les caractéristiques des aliments distribués étaient mesurées.

Les données ont été traitées par analyse de variance à 5 facteurs et 2 interactions : les facteurs vaches, période expérimentale, rang, race et traitement ainsi que les interactions, rang x traitement et race x traitement.

Résultats :

Durant l'essai, la densité énergétique a peu différencié selon les rations distribuées (Tableau 1). La teneur en Protéines Digestibles dans l'Intestin permise par l'azote (PDIN) a été significativement inférieure ($P < 0,01$) pour la ration contenant le mélange orge/lupin (79 g/kg MS) par rapport aux deux autres rations (83 g/kg MS). L'équilibre azote/énergie des rations a peu mais significativement ($P < 0,01$) varié entre les rations (de 101 à 106 g de PDI/UFL (Unité Fourragère Lait)). Les contributions moyennes des concentrés aux apports d'énergie et d'azote se sont élevées, respectivement, à 23,3% des apports d'UFL et 22,6% des apports de PDIN.

Tableau 1 : Valeurs alimentaires des rations totales (RT) et des rations de concentrés (RC) distribuées au cours de l'essai et contribution des concentrés à la ration totale.

Variables	Traitements			Syx	Prob.
	Avoine/Féverole	Orge/Lupin	Triticale/Pois		
Ration totale					
UFL/kg MS	0,77 ^{Aa}	0,77 ^{Ab}	0,79 ^C	0,006	0,0001
PDIN (g/kg MS)	84 ^A	79 ^B	83 ^C	1,2	0,0001
PDIE (g/kg MS) ^H	82 ^A	87 ^B	83 ^C	1,1	0,0001
PDI/UFL ^G	106 ^A	101 ^B	104 ^C	1,95	0,0001
Amidon (g/kg MS)	64 ^A	83 ^B	88 ^C	5,0	0,0001
Concentrés					
UFL/kg MS	1,00 ^A	1,04 ^B	1,10 ^C	0,012	0,0001
PDIN (g/kg MS)	120 ^A	89 ^B	113 ^C	2,0	0,0001
PDIE (g/kg MS) ^H	81 ^A	109 ^B	86 ^C	1,6	0,0001
PDIE/UFL ^G	81 ^A	105 ^B	79 ^C	0,86	0,0001
PDIN/UFL ^G	120 ^A	85 ^B	103 ^C	0,78	0,0001
Contribution du concentré à la ration totale (% de RT)					
RC/RT	17,4 ^{Aa}	17,0 ^{Bb}	17,5 ^A	0,58	0,0117
UFL	22,6 ^A	22,9 ^B	24,4 ^C	0,72	0,0001
PDIN	24,8 ^A	19,2 ^B	23,8 ^C	0,62	0,0001
PDIE ^H	17,2 ^A	21,4 ^B	18,2 ^C	0,69	0,0001

A, B, C : $P < 0,01$; a, b, c : $P < 0,05$; G : ratio des apports quotidiens d'azote sur les apports quotidiens d'énergie. Le régime est équilibré pour un ratio aux alentours de 100 g PDI/UFL ; H : Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Energie (PDIE) (INRA, 1989).

Le niveau d'ingestion des VL a été identique ($P > 0,05$) quelle que soit la ration : 21 kg MS/VL/jour en moyenne (Tableau 2). Les bilans alimentaires ont été excédentaires en azote et en énergie quelle que soit la ration ingérée par les animaux. La production laitière (PL) et le taux butyreux du lait (TB) n'ont pas varié selon la ration ingérée : ils se sont, respectivement, élevés à 20,3 kg de lait/VL/j et 41,3 g/kg de lait en moyenne. Le taux protéique (TP) du lait des vaches laitières ayant reçu le mélange avoine/féverole a été inférieur de 0,7 g/kg de lait ($P < 0,01$) par rapport au TP du lait des vaches laitières ayant reçu les deux autres mélanges.

Tableau 2 : Effet des traitements alimentaires distribués sur les performances des vaches laitières et leurs bilans alimentaires durant l'essai.

Variables	Traitements			Syx	Prob.
	Avoine/Féverole	Orge/Lupin	Triticale/Pois		
PL (kg/VL)	20,4	20,1	20,3	0,66	0,3921
TB (g/kg)	41,0	41,4	41,6	0,94	0,1091
TP(g/kg)	31,4 ^A	32,0 ^B	32,2 ^B	0,70	0,0010
Ingestion Ration totale (kg MS/VL/j)	21,1	21,0	20,9	0,70	0,4741
Bilan UFL (UFL/j) ^E	0,89	0,96	0,95	0,556	0,8801
Bilan PDI (g PDI/j) ^F	307 ^{Aa}	228 ^B	270 ^{Ab}	72,5	0,0027

A, B : $P < 0,01$; a, b : $P < 0,05$; E : différence entre l'énergie nette ingérée en Unité Fourragère Lait (1 UFL = 7,115 MJ NE, INRA, 1989) et les besoins en énergie nette ; F : différence entre les Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI) ingérées et les besoins en PDI (INRA, 1989).

Discussion :

Les trois rations comparées étaient équilibrées : le ratio azote/énergie se situait entre 100 et 110 g de PDI/UFL (INRA, 1989). Toutefois, le ratio azote/énergie a significativement ($P<0,01$) varié entre les rations, en raison de ratios azote/énergie significativement différents entre les concentrés ($P<0,01$) (Tableau 1) : 85 g PDI/UFL pour le concentré orge/lupin, 103 g PDI/UFL pour le concentré triticale/pois et 120 g PDI/UFL pour le mélange avoine/féverole. Ces variations sont, en partie, expliquées par le choix d'alimenter les VL avec des mélanges fermiers récoltés en 2006 : la proportion massique de protéagineux dans les mélanges a fortement varié (2% dans le mélange orge/lupin, 43 % dans l'avoine/féverole et 55% dans le triticale/pois). Ainsi, le TP du lait inférieur avec la ration contenant le mélange avoine/féverole s'explique par (i) un ratio azote/ énergie supérieur ($P<0,01$) et (ii) une teneur en amidon plus faible (-21,5 g/kg MS, $P<0,01$) en comparaison aux 2 autres rations.

La contribution des mélanges céréale/protéagineux aux apports totaux de PDI de la ration a été faible : elle s'élève, en moyenne, à 22,6% des apports de PDI alors que les concentrés représentaient, en moyenne, 17,3% de l'ingestion des vaches laitières. Ainsi, les foins de prairies permanentes et de luzerne/dactyle, relativement riches (Tableau 3), ont très fortement contribué aux apports d'azote dans cette ration.

Tableau 3 : Valeurs alimentaires des foins de luzerne/dactyle et de prairies permanentes distribués durant l'essai.

	MAT ^I (g/kg MS)	CB ^J (g/kg MS)	UFL (UFL/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)	UEL ^K (UEL/kg MS)
Luzerne/dactyle	162±8	340±10	0,72±0,01	105±5	90±2	1,01±0,01
Prairies permanentes	81±3	335±6	0,72±0,02	45±15	67±14	1,10±0,00

I : Matières Azotées Totales (MAT) ; J : CB : Cellulose Brute ; K : Unité d'Encombrement Lait (INRA, 1989).

Conclusion :

Malgré les variations de proportions de protéagineux dans les mélanges, les variations (i) de niveau de couverture des besoins des animaux et (ii) de production des animaux ont été faibles voire inexistantes entre rations. La forte couverture des besoins en azote par les fourrages distribués au cours de cet essai aurait certainement permis de limiter la complémentation à une céréale pure. Cette hypothèse est confortée par des niveaux de couverture similaires des besoins alimentaires des vaches laitières avec les 3 rations testées alors que le mélange orge/lupin contenait 98 % de céréales. Toutefois, la complémentation azoté de rations à base de foins moins riches en PDI semble réalisable avec des mélanges relativement équilibrés en céréales et en protéagineux. En nous replaçant à l'échelle des systèmes de polyculture élevage laitier biologique possédant des fourrages riches en azote, le choix de mettre en culture des associations céréales/protéagineux et le choix de la composition de l'association ne peuvent pas être uniquement réalisés sur des bases zootechniques : en effet, il est certainement plus pertinent de choisir l'implantation de ces associations sur la base de leurs intérêts agro-environnementaux (fixation de l'azote de l'air, compétition vis-à-vis des adventices...).

Remerciements : Les auteurs remercient l'équipe de l'installation expérimentale INRA de Mirecourt.

Références bibliographiques :

Coquil X., Blouet A., Fiorelli J.L., Mignolet C., Bazard C., Foissy D., Trommenschlager J.M., Benoît M., Meynard J.M., 2007. Prototyping connected farming systems at a small territory scale. In: M. Donatelli, J. Hatfield, A. Rizzoli (Eds.), Farming System Design 2007. Int. Symposium on Methodologies on Integrated Analysis on Farm Production Systems, Catania, Italy, p. 125-126.

Hoden A., 1982. Valeur nutritive des légumineuses à graines pour les ruminants et utilisation pour les vaches laitières. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA Editions 49, 27-32.

Hoden A., Delaby L., Marquis B., 1992. Pois protéagineux comme concentré unique pour vaches laitières. Prod. Anim. 5, 37-42.

Huguet L., Hoden A., Malterre L., Geay Y., Micol D., Bertin G., Mourguet A., 1983. Utilisation des graines de lupin doux par les vaches laitières et les taurillons. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA Editions 54, 61-72.

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), 1989. Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables. In: R. Jarrige (eds). John Libbey, Eurotext, London, UK.